

АТОМ ДЛЯ МИРА И РАЗВИТИЯ

Специальный выпуск Бюллетеня МАГАТЭ, посвященный
использованию ядерных технологий в мирных целях

Март 2015 • www.iaea.org/bulletin

Здравоохранение



Продовольствие и сельское хозяйство



Окружающая среда



Вода



Энергетика



Культура



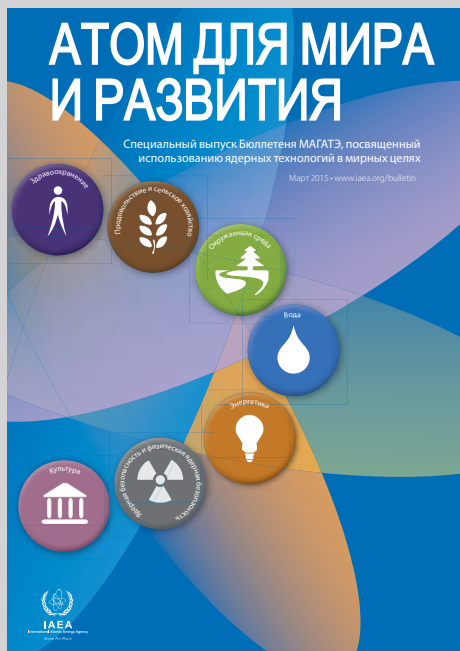
Ядерная безопасность и физическая ядерная безопасность



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

Атом для мира



БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ

издается

Бюро общественной информации и коммуникации
(ОПИС)

Международное агентство по атомной энергии
(МАГАТЭ)

P.O. Box 100, 1400 Vienna, Austria

Тел.: (43-1) 2600-21270

Факс: (43-1) 2600-29610

iaebulletin@iaea.org

Технический редактор: Миклош Гаспар

Ответственный редактор: Аабха Диксит

Младший редактор: Николь Яверт

Дизайн и верстка: Риту Кенн

БЮЛЛЕТЕНЬ МАГАТЭ имеется

· в интернете по адресу www.iaea.org/bulletin

· в виде мобильного приложения по адресу

www.iaea.org/bulletinapp

Выдержки из материалов МАГАТЭ, содержащихся в Бюллетене МАГАТЭ, могут свободно использоваться при условии наличия ссылки на источник. Если указано, что автор материалов не является сотрудником МАГАТЭ, то разрешение на повторную публикацию материала с иной целью, чем простое ознакомление, следует испрашивать у автора или предоставившей данный материал организации.

Взгляды, выраженные в любой подписанной статье, опубликованной в Бюллетене МАГАТЭ, необязательно отражают взгляды Международного агентства по атомной энергии, и МАГАТЭ не берет на себя ответственности за них.

На обложке:

Благодаря помощи МАГАТЭ ядерные методы находят мирное применение в самых разнообразных областях, которые включают здоровье человека, продовольствие и сельское хозяйство, окружающую среду, водные ресурсы, энергетику, ядерную безопасность и физическую ядерную безопасность, а также сохранение культурных объектов.

(Дизайн: Риту Кенн)

Читайте этот выпуск на iPad



Миссия Международного агентства по атомной энергии состоит в том, чтобы предотвращать распространение ядерного оружия и помогать всем странам – особенно развивающимся – в налаживании мирного, безопасного и надежного использования ядерной науки и технологий.

Созданное в 1957 году как автономная организация под эгидой Организации Объединенных Наций, МАГАТЭ – единственная организация системы ООН, обладающая экспертным потенциалом в сфере ядерных технологий. Уникальные специализированные лаборатории МАГАТЭ способствуют передаче государствам – членам МАГАТЭ знаний и экспертного опыта в таких областях, как здоровье человека, продовольствие, водные ресурсы и окружающая среда.

МАГАТЭ также служит глобальной платформой для укрепления физической ядерной безопасности. МАГАТЭ выпускает Серию изданий по физической ядерной безопасности, в которой выходят одобренные на международном уровне руководящие материалы по физической ядерной безопасности. МАГАТЭ также ставит своей задачей содействие минимизации риска того, что ядерные и другие радиоактивные материалы попадут в руки террористов и что ядерные установки окажутся объектом злоумышленных действий.

Нормы безопасности МАГАТЭ закладывают систему фундаментальных принципов безопасности и отражают международный консенсус в отношении того, что можно считать высоким уровнем безопасности для защиты людей и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. Нормы безопасности МАГАТЭ разрабатывались для всех типов ядерных установок и деятельности, преследующих мирные цели, а также для защитных мер, необходимых для снижения существующих рисков облучения.

Кроме того, при помощи своей системы инспекций МАГАТЭ проверяет соблюдение государствами-членами их обязательств, касающихся использования ядерного материала и установок исключительно в мирных целях, в соответствии с Договором о нераспространении ядерного оружия и другими соглашениями о нераспространении.

Работа МАГАТЭ многогранна, и в ней участвует широкий круг партнеров на национальном, региональном и международном уровнях. Программы и бюджет МАГАТЭ формируются на основе решений его директивных органов – Совета управляющих, насчитывающего 35 членов, и Генеральной конференции всех государств-членов.

Центральные учреждения МАГАТЭ находятся в Венском международном центре. Полевые бюро и бюро по связи расположены в Женеве, Нью-Йорке, Токио и Торонто. В Вене, Зайберсдорфе и Монако работают научные лаборатории МАГАТЭ. Кроме того, МАГАТЭ оказывает поддержку и предоставляет финансирование Международному центру теоретической физики им. Абдуса Салама в Триесте, Италия.

Атом для мира и развития: содействие глобальному прогрессу с помощью ядерной науки и технологии

Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ

Выращивание новых сортов сельскохозяйственных культур, уменьшение эрозии почвы и помощь африканским странам в борьбе с лихорадкой Эбола – вот лишь некоторые области, в которых МАГАТЭ помогает государствам-членам с выгодой использовать ядерные технологии. Для МАГАТЭ помощь странам в безопасном и надежном использовании ядерных методов для целей развития не менее важна, чем его работа в сфере нераспространения. Для многих развивающихся стран это самое важное направление нашей деятельности.

Наш мандат определен как «Атом для мира». Мне кажется, что сегодня более точное определение нашего мандата – «Атом для мира и развития».

Нынешний год для глобального развития является этапным годом, поскольку международное сообщество подводит итоги работы, проделанной для достижения целей развития тысячелетия, и завершает разработку целей в области устойчивого развития на период после 2015 года. Мировые лидеры призывают принять масштабную повестку дня на период после 2015 года, с тем чтобы она стала долгосрочным планом улучшения жизни людей и сохранения планеты для будущих поколений.

Громадное значение для развития имеют наука и технология. Необходимо признать, что они являются важными инструментами реализации повестки дня в области развития на период после 2015 года. Огромный вклад могут сделать, в частности, ядерная наука и технология. Уникальную роль в обеспечении доступа к ядерной науке и технологии, с тем чтобы повсеместно жизнь людей стала лучше, играет МАГАТЭ. Я прилагаю все усилия к тому, чтобы расширить признание важной роли, которую МАГАТЭ играет в этой области.

Один из аспектов моей деятельности на посту Генерального директора МАГАТЭ, приносящих наибольшее удовлетворение, – это встречи с людьми, жизнь которых изменилась к лучшему благодаря нашей работе. В этой брошюре для иллюстрации воздействия работы МАГАТЭ мы приводим 16 примеров, отражающих широкий диапазон нашей деятельности.

Вы узнаете о фермере с Маврикия, который теперь может выращивать высококачественные товарные культуры, о сенегальском животноводстве – сейчас здоровье его коров лучше, чем когда-либо прежде, о гватемальском медицинском работнике, который теперь может



“Наш мандат определен как «Атом для мира». Мне кажется, что сегодня более точное определение нашего мандата – «Атом для мира и развития»”.

— Юкия Аmano, Генеральный директор МАГАТЭ

диагностировать неправильное питание и рекомендовать лечение детей в раннем возрасте, и о румынском священнике, который спас прекрасный иконостас своей церкви от уничтожения насекомыми. Все это стало возможным благодаря использованию для решения каждодневных проблем ядерной науки и технологии.

Кроме того, МАГАТЭ поддерживает деятельность, связанную с ядерно-энергетическими программами. Мы помогаем государствам-членам, которые рассматривают возможность включения в свой энергетический баланс ядерной энергетики, с тем чтобы она могла использоваться эффективно, безопасно и надежно. Иллюстрациями нашей работы в этой области являются примеры устойчивой добычи урана в Танзании, развития инфраструктуры ядерной энергетики в Турции, безопасной обработки радиоактивных отходов в Марокко и повышении физической ядерной безопасности благодаря переводу исследовательского реактора в Казахстане на топливо из низкообогащенного урана.

Продолжается рост числа членов МАГАТЭ, и спрос на наши услуги во всех областях ядерных наук и применений устойчиво возрастает. Эффективным механизмом мобилизации дополнительных ресурсов, необходимых для того, чтобы МАГАТЭ могло удовлетворять этот растущий спрос, является Инициатива МАГАТЭ в отношении мирного использования ядерной энергии. Я надеюсь, что в будущем реализацию этой ценной инициативы удастся продолжить.

Уверен, что вы сможете почерпнуть из этой брошюры ценные сведения о весьма особом характере работы этой уникальной организации.

Фото: Д. Калма/МАГАТЭ





6 Рак лечится ближе к дому: в Мавритании открыт первый центр ядерной медицины



8 Повысить качество питания: Гватемала стремится уменьшить двойное бремя неправильного питания



10 В Южной Африке с помощью ядерных методов совершенствуется мониторинг исключительно грудного вскармливания



12 Обеспечение качества местными силами: МАГАТЭ помогает Кубе в производстве радиофармацевтических препаратов



14 На твёрдой земле: во Вьетнаме проблема эрозии почвы решается с помощью ядерных методов



16 Уничтожение мухи цеце: первая победа Сенегала близка



18 Семена перемен: мутационная селекция растений помогает Бангладеш накормить растущее население



20 Дышать стало легче: борьба с загрязнением воздуха в Индонезии



22 Улов – ответы на вопросы: в Шри-Ланке доказано, что в прибрежных водах никаких проблем с радиоактивностью нет

Вода



24 С каждой каплей урожай богаче: капельное орошение для повышения урожайности и экономии воды



26 Никто не видит, но все знают: Бразилия и ее соседи сотрудничают в деле защиты одного из крупнейших в мире хранилищ подземных вод

Энергетика



28 Меры по охране вод и участие общин повышают устойчивость добычи урана в Танзании



30 Турция на пути к безопасному и надежному использованию ядерной энергии

Ядерная безопасность и физическая ядерная безопасность



32 Подумать о безопасности сейчас, ибо потом может быть поздно: повышение безопасности обращения с радиоактивными отходами



34 Исследовательские реакторы один за другим переводятся на НОУ топливо, а мир становится безопаснее

Культура



36 Защита культурного наследия Румынии с помощью ядерных технологий

1 Атом для мира и развития: содействие глобальному прогрессу с помощью ядерной науки и технологии

4 Мирное использование ядерной науки и технологии на благо мира и развития

38 Инициатива в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ) – беглый взгляд на нынешние и будущие проекты

Мирное использование ядерной науки и технологии на благо мира и развития

Ядерная наука и технология могут содействовать поиску решений многих проблем, с которыми люди во всем мире сталкиваются в повседневной жизни. Ядерная наука и технология, при условии безопасного и надежного использования, эффективно дополняют или заменяют традиционные подходы, что делает их важной составляющей усилий международного сообщества, нацеленных на развитие. МАГАТЭ, внося свой вклад в решение глобальных задач, служит делу достижения международных целей мира, здоровья и процветания, содействуя использованию странами ядерных средств в широком диапазоне мирных применений.

В контексте глобальных тенденций и развития услуги МАГАТЭ – некоторые из них хорошо видны на мировой арене, другие оказываются менее заметно – подкрепляют коллективные усилия по безопасному, надежному и мирному использованию ядерной науки и технологии. Эти услуги поддерживаются специализированными лабораториями МАГАТЭ в Зайберсдорфе, Австрия, и в Монако, а также целевыми программами, сетями и взаимодействием с партнерами. Благодаря помощи МАГАТЭ ядерные методы находят применение в самых разнообразных областях, которые включают здоровье человека, продовольствие и сельское хозяйство, окружающую среду, водные ресурсы, энергетику, ядерную безопасность и физическую ядерную безопасность, а также сохранение культурных объектов.

Здравоохранение

В жизни людей и в достижении устойчивого развития здоровье играет исключительную роль. В семьях с низким доходом фактор плохого здоровья может усугубить условия нищеты. В целях расширения доступа к здравоохранению МАГАТЭ и его специализированные лаборатории оказывают поддержку своим государствам-членам, особенно странам с низким и средним уровнем дохода (СНСД), предоставляя им помощь в форме поставок оборудования, экспертных рекомендаций и подготовки кадров, а также обмена знаниями в целях содействия применению ядерных методов для диагностики, лечения и излечения онкологических, сердечно-сосудистых и других неинфекционных заболеваний. Кроме того, эта работа включает обеспечение безопасного и надежного использования радиоактивных источников и обращения с ними, таких как источники, применяемые в радиотерапевтических установках и для стерилизации медицинских инструментов, а также безопасное и надежное производство, распространение и использование радиофармацевтических препаратов – лекарств, содержащих радиоактивные вещества, – применяемых в ядерной медицине и лучевой терапии.

Хорошее здоровье зависит также от правильного питания и надлежащего доступа к пищевым продуктам. Ядерные методы могут применяться для мониторинга и устойчивого решения проблем, связанных с нерациональным питанием, – от серьезного недоедания до ожирения – и для внедрения программ грудного вскармливания, призванных улучшать питание и здоровье с первых дней жизни. МАГАТЭ помогает многим странам, обеспечивая подготовку кадров, а также предоставляя оборудование, необходимое для реализации таких проектов в сфере питания.

Продовольствие и сельское хозяйство

Ряд стран, особенно те страны, в которых наличие пищевых продуктов и средств к существованию в значительной степени зависит от сельского хозяйства, в целях повышения продуктивности сельского хозяйства и продовольственной безопасности и безопасности пищевых продуктов обращаются к ядерным методам. В рамках проектов и программ МАГАТЭ оказывается помощь в обеспечении важного оборудования и экспертных рекомендаций, а также технологий и подготовки кадров на базе специализированных лабораторий МАГАТЭ и организаций-партнеров, таких как Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО). Получая эту поддержку, страны могут безопасным и надлежащим образом использовать ядерные методы в таких областях, как селекция улучшенных сортов сельскохозяйственных культур и растений, включая сорта, обогащенные витаминами и минералами; борьба с вредителями и болезнями животных и растений; повышение безопасности пищевых продуктов; улучшение репродуктивности и питания домашнего скота; обеспечение более рационального использования почвы и воды.

Окружающая среда

Неблагоприятные экологические условия часто сказываются на развитии сектора продовольствия и сельского хозяйства. Это может создать серьезные проблемы для многих стран, особенно для стран с НДС, экономика которых зависит от сельского хозяйства. Многие страны, опираясь на поддержку со стороны МАГАТЭ, используют ядерные и изотопные методы для исследования и преодоления проблем окружающей среды. Они могут оценивать воздействие меняющихся экологических условий, являющихся следствием естественных или антропогенных причин, а также контролировать загрязнение и его тенденции и управлять его воздействием.

Водные ресурсы

Доступ к безопасным источникам воды исключительно важен для поддержания растущего населения, ускорения

экономического развития и удовлетворения требований меняющегося образа жизни. Качество океанской воды не только влияет на морскую флору и фауну, но и воздействует на людей, источником средств к существованию которых является море. В наши дни многие страны обращаются к МАГАТЭ, с тем чтобы получить от него помощь в использовании ядерных и изотопных методов для обретения лучшего понимания проблематики водных ресурсов, которое позволило бы добиться устойчивого управления этими ресурсами и обеспечить их защиту на будущее.

Ядерная энергетика

В условиях меняющегося климата и возрастающего спроса на электроэнергию некоторые страны в настоящее время рассматривают или планируют включение в свой энергетический баланс ядерной энергетике. В целях выполнения этой задачи безопасным, надежным, экономичным и устойчивым образом за поддержкой они обращаются к МАГАТЭ. МАГАТЭ помогает этим странам проделать эту работу в соответствии с признанными на международном уровне нормами безопасности и физической безопасности, образцовой практикой и действующими договорно-правовыми документами, в том числе относящимися к ядерному нераспространению.

Ядерная безопасность и физическая ядерная безопасность

Помощь МАГАТЭ способствует также безопасной и надежной перевозке радиоактивных материалов, обращению

с ними и их использованию в технологиях топливного цикла, радиоактивных источниках для производства энергии и других радиационных применениях. Эта помощь включает также содействие надлежащей и устойчивой добыче важных химических элементов, необходимых для производства ядерной энергии, а также эффективной эксплуатации ядерных установок, их выводу из эксплуатации и обращению с ними и с радиоактивными отходами и отработавшим топливом на протяжении всего их жизненного цикла.

Фундаментом всех проектов, программ и услуг МАГАТЭ является безопасность и физическая безопасность, а работа эта ведется в соответствии с международными нормами безопасности и физической безопасности. МАГАТЭ оказывает государствам-членам помощь, потребность в которой возникает, когда они прибегают к использованию ядерной науки и технологии, и она имеет форму различных рассмотрений и содействия целенаправленной и специализированной подготовке кадров и проведению учений по обеспечению аварийной готовности. Главной характерной чертой услуг МАГАТЭ, которые оно предоставляет государствам-членам, является гарантия того, что использование ядерной науки и технологии остается мирным и управляется должным образом, с тем чтобы защитить людей и окружающую среду, обеспечивая при этом достижение максимальной выгоды, которую может принести применение этих средств.

Что такое Инициатива в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ)?

Инициатива МАГАТЭ в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ), начало которой было положено в 2010 году, стала решающим фактором мобилизации внебюджетных взносов, дополняющих средства Фонда технического сотрудничества в целях поддержки проектов технического сотрудничества и других проектов МАГАТЭ, не обеспеченных финансированием, в областях мирного применения ядерной технологии. Дополнительные ресурсы, предоставляемые по линии ИМИ, служат для укрепления способности МАГАТЭ выполнять свои приоритетные задачи и уставные обязанности и удовлетворять потребности государств-членов. Внебюджетные взносы, предоставляемые по линии ИМИ, используются для поддержки широкого разнообразия усилий МАГАТЭ, ориентированных на содействие достижению масштабных целей развития в государствах-членах в таких областях, как продовольственная безопасность, управление водными

ресурсами, здоровье человека, развитие инфраструктуры ядерной энергетике и ядерная безопасность, многие из которых иначе остались бы без финансирования.

Кроме того, ИМИ дает МАГАТЭ возможность более гибко и оперативно реагировать на меняющиеся приоритеты государств-членов, а также на неожиданные потребности и непредвиденные чрезвычайные обстоятельства, такие как последствия аварии на АЭС “Фукусима-дайти” и вспышка лихорадки Эбола в государствах Западной Африки. К настоящему времени ИМИ содействовала мобилизации финансовых взносов на сумму свыше 60 млн евро, которые поступили от 13 государств-членов и Европейской комиссии, и благодаря этим средствам была оказана поддержка в реализации более 170 проектов, которые осуществлялись в интересах свыше 130 государств-членов.

Рак лечится ближе к дому: в Мавритании открыт первый центр ядерной медицины

Омар Юсуф

Открытие в конце 2014 года в Исламской Республике Мавритании первого за всю историю центра ядерной медицины, созданного с помощью МАГАТЭ, сделает современную диагностику и лечение более доступными и позволит снизить затраты. Это новое медицинское учреждение – часть Национального онкологического центра страны, созданного в 2010 году при поддержке со стороны МАГАТЭ. Оба эти центра предоставляют пациентам из Мавритании и соседних стран комплексные услуги по диагностике, лечению и излечению рака и других заболеваний.

Директор Национального онкологического центра Мустафа Муна говорит, что всего за несколько лет страна проделала большой путь в деле лечения раковых заболеваний. “Перед нами стояли огромные проблемы. Для лечения наших больных у нас не было ни инфраструктуры, ни оборудования, ни людских ресурсов”, – говорит он. “Теперь, четыре года спустя, в Мавритании стали доступны услуги лучевой терапии и ядерной медицины, при этом используются новейшие современные материалы, а все работы выполняются гражданами Мавритании”.



Сотрудники Национального онкологического центра Мавритании, созданного при поддержке со стороны МАГАТЭ.

(Фото: О. Юсуф/МАГАТЭ)

Благодаря доступу к лечению на месте жизнь пациентов стала значительно легче

“До того, как было налажено сотрудничество с МАГАТЭ, у нас не было кадров техников–радиофармацевтов, и всех онкологических больных мы отправляли в Марокко, Тунис или другие страны. Однако теперь мы лечим

практически всех наших больных здесь”, – говорит техник радиотерапевтического отделения Национального онкологического центра Абдулайе Мамаду Вагне.

Ядерная медицина и лучевая терапия – это две ключевые области медицины, в которых излучения и атомы, испускающие излучения, называемые радионуклидами, используются для диагностики, лечения и излечения болезней (см. врезку).

Бескомпромиссная борьба против рака

Ежегодно от рака умирает более 7,6 миллионов человек – больше чем от ВИЧ/СПИДа, туберкулеза и малярии взятых вместе. Во всей Африке он все шире признается как одна из наиболее серьезных проблем здравоохранения. Бремя этого заболевания становится все более тяжелым по мере того, как повышающийся уровень жизни порождает изменения образа жизни и экологии, такие как неправильное питание, загрязнение окружающей среды и отсутствие физической активности, в результате чего растет заболеваемость раком.

В течение многих лет Мавритания, одна из 34 наименее развитых стран Африки, всеми силами стремилась решить проблему финансовых и людских затрат, связанных с лечением рака. Например, гематологические злокачественные опухоли и солидные опухоли, требуют специализированного лечения, доступ к которому в мавританских больницах отсутствовал, и в результате лечение было возможно только за границей. Наибольшее распространение в стране имеет рак шейки матки, груди, простаты, печени и яичников.

В настоящее время лечение методами лучевой терапии и ядерной медицины обеспечивают два центра, в которых используется линейный ускоритель частиц и аппарат для брахитерапии с высокой мощностью дозы. Кроме того, в них работают более 20 специалистов-медиков, которые были подготовлены с помощью стажировок, учебных курсов и посещений экспертов по линии МАГАТЭ.

На церемонии открытия нового центра в декабре 2014 года президент Мавритании Мохамед Улд Абдель Азиз сказал: “Мы глубоко удовлетворены этими взаимоотношениями [с МАГАТЭ], которые в очень короткие сроки стали приносить весьма позитивные результаты”. “Что касается лечения рака, то в этой сфере мы находимся в довольно благоприятном положении”.

Теперь Национальный онкологический центр готов поделиться своим вновь обретенным ноу-хау с соседними странами, с тем чтобы диагностику и лечение рака



можно было улучшить во всем Сахелианском районе. “У нас есть планы превратить наш центр в эталонный и учебный центр для всего региона”, – говорит Муна. “Мы становимся исключительно хорошо оснащенным учреждением, работа которого носит комплексный характер”.

Сотрудничество – основа содействия преобразованиям

МАГАТЭ, по линии своей программы технического сотрудничества, оказывает поддержку Мавритании с 2004 года, помогая правительству в преобразовании страны в государство, которое в состоянии применять ядерные методы безопасным и экономичным образом. Теперь в этой стране используются ядерные технологии и средства для борьбы с вредителями и заболеваниями животных, картирования ресурсов подземных вод, а также – в целях защиты работников здравоохранения, населения

и окружающей среды от воздействия ионизирующих излучений – контроля и измерения уровней доз излучения. В ней ведется также подготовка инженеров и экономистов, с тем чтобы они могли использовать инструментарий энергетического планирования и базы данных, связанные с ядерной энергией.

Как сказал президент Абдель Азиз, хотя в Мавритании сделать предстоит еще многое, эта страна всего за несколько коротких лет добилась больших успехов, обеспечив доступ пациентов к более качественному лечению недалеко от дома, что несомненно будет способствовать борьбе против рака. “Мы полагаем, что в будущем развитие этих важных для нашей страны отношений, которые являются также моделью для данного субрегиона, продолжится. Мы глубоко убеждены, что, учитывая эти обстоятельства, ситуация будет и далее улучшаться”, – сказал он.

НАУКА

Ядерная медицина и лучевая терапия

Рак, который когда-то считался неизлечимой и смертельной болезнью, теперь может диагностироваться на более ранних этапах и лечиться с использованием более эффективных ядерных методов, что дает пациентам возможность бороться и многим – большую возможность излечения.

В ядерной медицине для диагностики и лечения некоторых заболеваний используются весьма малые количества радиоактивных веществ, которые называются радиоизотопами. Некоторые из этих процедур проводятся вне тела человека, в то время как другие, с помощью радиофармацевтических препаратов, которые содержат радиоизотопы, вводятся в организм пациента, и в результате он получает чистую пользу. Небольшие количества излучения, испускаемого радиоизотопами, содержащимися в радиофармацевтических препаратах, могут отслеживаться специальными камерами, которые позволяют получить изображения конкретных исследуемых тканей или органов. Некоторые диагностические методы получения изображений, такие как рентгеновские исследования, дают статическую картину различных частей тела, в то время как другие, такие как позитронно-эмиссионная томография, могут показать функционирование организма в динамике.

В лучевой терапии или радиотерапии используются пучки излучений или радиационные источники, которые нацеливаются на раковые клетки и убивают их. Когда такая терапия проводится в отношении злокачественного новообразования или опухоли, ее размер уменьшается или, в некоторых случаях, она исчезает полностью. Радиофармацевтические препараты, если это требуется для проведения терапевтических процедур, могут использоваться также при более высоких уровнях дозы. Тщательная калибровка при этих различающихся между собой методах терапии позволяет нацеливать излучение на раковые клетки, минимизируя при этом радиационное облучение здоровых клеток.



Для получения диагностических изображений с помощью гамма-камеры производится отслеживание и обнаружение радиофармпрепаратов.

(Фото: Э. Эстрада Лобато/МАГАТЭ)

Повысить качество питания: Гватемала стремится уменьшить двойное бремя неправильного питания

Аабха Диксит

Теперь ученые и медицинские работники в Гватемале, используя ядерные методы, могут выявлять причины и последствия неправильного питания детей в этой стране и, таким образом, создать условия, которые позволят работникам директивных органов разработать стратегии преодоления проблем ожирения и задержек роста у детей.

Как говорит бывший министр социального развития Гватемалы Люси Лейнфиеста, эта страна имеет один из самых высоких в мире показателей хронического недоедания, и решение этой проблемы – ключевой приоритет для правительства.

“В предложении правительства Гватемалы, касающемся борьбы с хроническим недоеданием, подчеркивается важный период – первые 1000 дней жизни – в течение которого посредством вмешательств можно обеспечить, чтобы и мать, и ребенок получали то, что им нужно для нормального питания”, – говорит она.

Проекты, в которых для оценки состояния питания применяются изотопные технологии, “начинают оказывать положительное и заметное влияние в наших программах в сфере питания”, – говорит координатор Научно-исследовательского центра профилактики хронических

Проводимое с помощью изотопных индикаторов измерение общего содержания воды в организме ребенка помогает определить состав его тела, а также процент содержащегося в нем жира, что, в свою очередь, позволяет специалистам предписать правильную диету (см. врезку).

Поддержка со стороны МАГАТЭ помогает Гватемале и другим государствам-членам получать информацию и данные, необходимые для разработки или совершенствования их программ в области питания. Помимо пропаганды здорового питания и увеличения физической активности они включают увеличение потребления витаминов и минералов на основе обогащения пищевых продуктов и добавок микроэлементов.

Меньше маисовых лепёшек – больше моркови

По мнению Рамиреса основной причиной неправильного питания в Гватемале является нехватка в рационе питания белков и питательных микроэлементов, ибо он состоит, главным образом, из продуктов с высоким содержанием углеводов. Медицинские работники отмечают, что в сельских районах дети в возрасте от шести месяцев до трех лет регулярно едят кукурузные лепешки, запивая кофеиносодержащими напитками. Такое питание отнюдь не является полезным для младенцев и детей младшего возраста, которые вместо этого должны потреблять производимые на месте более здоровые продукты, такие как яйца, авокадо, бананы, мягкие вареные овощи, бобы, рис и овсянка. Низкокачественное питание в младенчестве в дальнейшем может быть причиной ожирения. Как разъясняет И.О. начальника Секции питания МАГАТЭ Кристин Слейтер, с помощью ядерных методов ученые могут отслеживать количество белка, поглощаемого организмом, и вынести соответствующие рекомендации по рациону питания, в которых учитывается наличие местных ингредиентов.

В то время как в городах главная медицинская проблема у детей – ожирение, в сельских районах местное население страдает в основном от прямо противоположной проблемы. Рамирес отмечает, что почти у восьми из десяти местных детей наблюдаются задержки роста – по сравнению только с четырьмя из десяти детей, не относящихся к местному населению. Результаты последних исследований показывают, что, вопреки широко распространенному мнению, небольшой рост местных жителей Гватемалы не может быть объяснен генетическими причинами. Причина этого – неудовлетворительная практика кормления и неправильный рацион питания в первые годы жизни, говорит он.



Посещающий городскую начальную школу в Гватемале работник рассказывает о преимуществах правильного питания. (Фото: НИЦПХЗ)

заболеваний Института питания стран Центральной Америки и Панамы (ИНКАП) Мануэль Рамирес. “Ядерная наука и технология дают нам механизм понимания и установления соотношения между составом тела и физиологическими изменениями, которые могут привести к возникновению болезни на более поздних этапах жизни”.

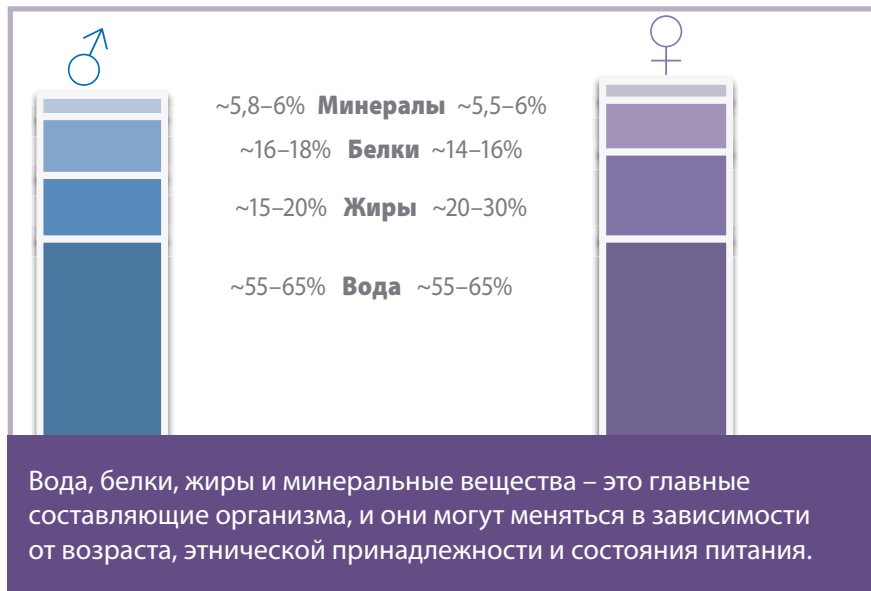


Рамирес указывает, что одной из важнейших причин бедности является задержка роста. Дети, у которых наблюдается задержка роста, сталкиваются с трудностями в учебе, что препятствует хорошему заработку в дальнейшей жизни. Существует насущная необходимость обеспечить наличие и доступность разнообразного и полноценного питания.

Слейтер отмечает, что все дети, у которых наблюдается задержка роста, нуждаются в корректировке питания, при этом ядерные методы могут содействовать определению того, как следует осуществить такую корректировку. “Все более широко признается, что измерения веса и роста детей недостаточно”, – поясняет Слейтер. “Для определения здорового роста нам необходимо понять состав тела”.

Дети, страдающие от ожирения или задержек роста, или от того и другого вместе, склонны вести менее здоровый образ жизни и в дальнейшем они сталкиваются с другими проблемами со здоровьем, говорит Рамирес. “Эти дети меньше ходят пешком, они потребляют меньше кислорода и у них плохое кровообращение”, – говорит он.

С учетом информации и данных, собранных в ходе осуществления проектов МАГАТЭ, в июне 2014 года при поддержке министров здравоохранения восьми стран Центральной Америки была учреждена целевая группа по разработке региональной политики в области профилактики и лечения ожирения у детей младшего и подросткового возраста.



Источник: www.jawon.com



Оценка приемлемости полезных пищевых продуктов для детей школьного возраста.

(Фото: ИНКАП/НИЦПХЗ)

НАУКА

Использование изотопов для измерения состава тела

Стабильные изотопы могут использоваться для измерения количества воды и питательных веществ в организме человека, а также количества поступивших питательных веществ, которые поглощаются организмом. Они могут применяться также для измерения скорости поглощения, использования или синтеза белков, жиров и углеводов. Стабильные изотопы нерадиоактивны, поэтому их использование не сопряжено ни с какой радиационной опасностью. Соединения, меченные стабильными изотопами, поглощаются и ведут себя в организме человека точно так же, как и аналогичные немеченные соединения, но, поскольку они имеют иную молекулярную массу, их можно

отслеживать. Например, для измерения процента воды и жира в организме, человек пьет специальную воду, богатую дейтерием, который является стабильным изотопом водорода. В изотопе элемента имеется такое же число протонов, но нейтронов в нем больше, и, таким образом, он имеет большую молекулярную массу. Через несколько часов после того, как человек выпивает небольшое, тщательно взвешенное, количество воды с изотопами дейтерия (D_2O), дейтерий равномерно распространяется в воде, содержащейся в организме человека. Тогда можно взять пробу воды в организме в форме слюны или мочи, и можно измерить количество дейтерия. Поскольку техническому

персоналу известно количество меченой воды, которую они дали пациенту, и впоследствии они измерили количество и долю меченых молекул в воде организма, они могут рассчитать, сколько воды присутствует в организме. На этой основе, зная, что на воду приходится 73 процента массы ткани без жира, они могут рассчитать массу тела без жира, то есть ткани, не содержащей жира. Разница между массой тела и количеством ткани без жира – это жировая ткань. В зависимости от того, как содержание жира отличается от нормы, они могут предписать соответствующую диету или дать рекомендации в отношении физической активности.

В Южной Африке с помощью ядерных методов совершенствуется мониторинг исключительно грудного вскармливания

Саша Энрикес

В свое время младенцы в Южной Африке подвергались высокому риску недоедания, заболеваний и даже смерти, однако теперь у них есть более светлое будущее, благодаря тому, что ядерные методы помогают матерям в первые шесть месяцев жизни ребенка строго придерживаться практики исключительно грудного вскармливания.

По данным Всемирной организации здравоохранения дети, вскармливаемые грудным молоком, более устойчивы к болезням и инфекции по сравнению с детьми, которые питаются искусственным молоком, и она рекомендует, чтобы младенцы с рождения до шести месяцев питались только грудным молоком. Исследования свидетельствуют о том, что младенцы, питающиеся грудным молоком, имеют меньше шансов в последующий период их жизни заболеть диабетом, сердечно-сосудистыми заболеваниями и раком.



Матери в клинике Като-Манора в Дурбане, Южная Африка.

(Фото: Х. Мулол)

“Показатели исключительно грудного вскармливания в Южной Африке весьма низки, и задача улучшения практики кормления, с тем чтобы обратить вспять неутешительные показатели детской смертности в нашей стране, теперь стала важным приоритетом”, – говорит профессор Отделения

педиатрии и здоровья ребенка Университета провинции Квазулу-Наталь в Южной Африке Анна Кутсудис.

Практикующие врачи, особенно в развивающихся странах, продвигают эту концепцию в больницах, поликлиниках и родильных отделениях, с тем чтобы предотвратить недоедание, болезни и, в конечном счете, гибель младенцев.

Работники системы здравоохранения в Южной Африке полагали, что их усилия были успешны, поскольку исследование – которое опиралось на сообщения о частоте кормления, поступающие от самих матерей, – показало существенное увеличение числа кормящих грудью. Однако соразмерного снижения уровня младенческой смертности зафиксировано не было.

По данным официальной статистики страны в 2013 году в Южной Африке родились приблизительно 1,1 миллиона младенцев и в течение года умерли 33 младенца на каждые 1000 живорожденных.

Что-то было не так.

Ядерный детектор лжи

В 2010 году в Южной Африке, с тем чтобы получить точные данные о том, сколько младенцев кормили исключительно грудью и когда в рационе младенцев стали появляться дополнительные продукты, при финансировании и поддержке со стороны МАГАТЭ начались исследования с использованием ядерного нерадиоактивного метода, который называется методом дейтериевого разбавления (см. врезку).

По словам Кутсудис, результаты вызвали беспокойство и они свидетельствовали о том, что сообщения матерей о кормлении исключительно грудью были сильно завышенной оценкой по сравнению с более точной информацией, которая была получена благодаря использованию метода дейтериевого разбавления.

МАГАТЭ обеспечило обучение и содействие в приобретении оборудования для использования такого метода, и это позволило Кутсудис и ее коллегам исследователям–медикам более точно оценить воздействие программ, призванных улучшить низкие показатели исключительно грудного вскармливания, которые, согласно исследованию, проведенному в 2008 году в провинции Квазулу-Наталь, по оценкам составляли 6 процентов в трехмесячном возрасте и только 1 процент в шестимесячном.

“В 2012 году мы приняли долгосрочную программу наставничества для новых матерей, которые одновременно обучались как консультанты по вопросам грудного вскармливания. Для проверки сообщений о практике



грудного вскармливания использовался метод дейтериевого разбавления. Мы смогли показать, что эта программа наставничества и консультирования способствовала существенному улучшению показателей исключительно грудного вскармливания”, – говорит Кутсудис. Ко времени завершения этой программы показатели исключительно грудного вскармливания значительно улучшились: до 33,3 процента в трехмесячном возрасте и 13,7 процента в шестимесячном.

Эта новая программа наставничества и консультирования была столь эффективна, что Кутсудис могла отметить, что есть матери, которые сопротивляются настойчивому давлению извне слишком рано давать ребенку дополнительное питание.

Вот что рассказала Кутсудис о г-же К. и г-же С.:

“Г-жа К. сказала: «Ко мне пришли подруги и стали спрашивать: «Какой кашей ты кормишь своего ребенка – она такая полненькая и выглядит прекрасно?». Я ответила: «Кашу я ей не даю – только грудное молоко».

«Подруги не поверили и стали смотреть, есть ли у меня в шкафу какая-нибудь каша, но ничего не нашли». И она доходчиво объяснила им, как любая мать может иметь достаточно молока, чтобы в течение первых шести месяцев кормить младенцев только грудью: когда они еще маленькие, их надо кормить часто, каждые 2 – 3 часа».

НАУКА

Дейтериевое разбавление

Мать пьет воду, меченную дейтерием, стабильным, нерадиоактивным изотопом водорода (D_2O). В организме матери дейтерий смешивается с водой, в том числе с ее молоком, и при кормлении грудью поступает ребенку. Таким образом, в слюне матери и ребенка содержится дейтерий. В следующие две недели ученые регулярно берут пробы слюны и измеряют содержание дейтерия. Количество обнаруженных ими дейтерия прямо пропорционально количеству потребленного ребенком грудного молока.

Этот метод показывает также, кормили ли ребенка в испытательный период чем-то еще, помимо грудного молока.



Источник: Хелен Мулол, Университет провинции Квазулу-Наталь, Южная Африка

“Г-жа С. рассказала, что когда она отправилась в клинику делать прививку, сестра [медсестра/санитарка] сказала, что ее ребенок слишком полный и ей следует прекратить кормление грудью, она ответила, что кормит ребенка только грудным молоком, а перекармливать ребенка, питающегося грудным молоком, невозможно, и поэтому сокращать кормление своего ребенка она не собирается».



Отбор пробы слюны у ребенка в клинике Като-Манора в Дурбане, Южная Африка.

(Фото: Х. Мулол)

Обеспечение качества местными силами: МАГАТЭ помогает Кубе в производстве радиофармацевтических препаратов

Николь Яверт

Теперь Куба, благодаря недавно сооруженной установке по производству важнейших радиофармацевтических препаратов, будет иметь значительно больше возможностей для диагностики и лечения таких нарушений здоровья, как рак и сердечно-сосудистые заболевания. Ядерная медицина нуждается в постоянных и надежных поставках этих радиоактивных лекарственных препаратов, которые готовятся в соответствии с тем, что на профессиональном языке называется надлежащей производственной практикой (НПП), и до настоящего времени это островное государство сталкивалось с ограничениями в получении таких препаратов.

“Благодаря нашей работе с МАГАТЭ теперь у нас имеется специализированная установка, отвечающая требованиям НПП, а также экспертные знания и опыт, с тем чтобы удовлетворять большую часть наших национальных потребностей в диагностических и терапевтических радиофармацевтических препаратах, используя которые, мы можем оказывать помощь пациентам”, – говорит Рене Лейва Монтанья, директор производства в Центре изотопов (СЕНТИС) – специализированном кубинском центре по производству радиофармацевтических препаратов.



Недавно созданная установка по производству радиофармацевтических препаратов на базе Y-90 располагает отвечающими требованиям надлежащей производственной практики горячими камерами, которые обеспечивают защиту работников и производство высококачественных препаратов.

(Фото: СЕНТИС)

НПП – это целый ряд международных стандартов обеспечения качества, призванных защитить пациентов от низкокачественной продукции. В этих стандартах определяется общее требование гарантировать, что производимые фармацевтические препараты имеют высокое

качество, безопасны и эффективны, и что они обладают правильным действием. “Соблюдение требований НПП – это непростой, но важный процесс: установка должна быть спроектирована таким образом, чтобы было обеспечено качество, поскольку произведенная продукция должна быть готова к использованию пациентами”, – говорит начальник Секции производства радиоизотопов и применения радиационной технологии МАГАТЭ Жоау Оссу.

Новая установка на Кубе будет производить радиофармацевтические препараты на основе генераторов (см. врезку) с иттрием-90 (Y-90) – ключевым компонентом, используемым в ядерной медицине для лечения рака печени и других заболеваний. Для получения Y-90 используется материнский изотоп – стронций-90 (Sr-90). Sr-90 – радиоизотоп, а это означает, что это – радиоактивный элемент, который распадается вплоть до перехода в стабильное состояние. В процессе его медленного распада образуется Y-90 – другой радиоизотоп, период полураспада которого намного короче. Существуют особые устройства, которые называются генераторами, и в таком генераторе на основе Sr-90 можно получать Y-90. Затем Y-90 быстро очищается и им метятся определенные молекулы, которые будут использоваться в ядерной медицине.

“Возможность производства генераторов Y-90 в конкретной стране намного экономичнее и целесообразнее, чем закупка готовой продукции за рубежом, поскольку Y-90 имеет весьма короткий период полураспада, что делает его перевозку очень трудной и дорогостоящей”, – говорит Оссу, добавляя при этом, что Кубе все же придется закупать у зарубежных поставщиков такое сырье, как Sr-90.

Оссу отмечает, что МАГАТЭ оказало Кубе поддержку в создании установки, отвечающей требованиям НПП, предоставив техническую помощь и обучение, необходимые для разработки и производства Y-90, включая маркировку, контроль качества, метрологию, безопасность и физическую безопасность. Кроме того, МАГАТЭ предоставило Кубе содействие и финансирование в связи с закупкой оборудования для проведения анализов, обеспечения радиологической защиты и метрологии, а также необходимых материалов.

Лейва Монтанья поясняет, что на данном этапе СЕНТИС готовит различные рецептуры Y-90 для диагностических и терапевтических радиофармацевтических препаратов, которые вскоре могут пройти клинические испытания, а затем они будут назначаться больным. В настоящее время идет процесс окончательного лицензирования установки, после чего она будет готова к полномасштабному производству, добавляет Лейва Монтанья.



Решение проблемы международных поставок

В отличие от Y-90 и Sr-90, которые широко доступны, в отношении технеция-99m (Tc-99m) – другого радиоизотопа, важного для Кубы и значительной части мира – существует проблема международных поставок, которая возникает в силу затруднений с производством его материнского радиоизотопа – молибдена-99 (Mo-99).

“Tc-99m – это «рабочая лошадка» ядерной медицины. Более чем в 70 процентах всех исследований в ядерной медицине, проводимых во всем мире, используется один этот изотоп», – поясняет Лейва Монтанья. Глобальные проблемы с поставками Tc-99m начались в конце первого десятилетия нынешнего века, когда было остановлено производство на двух ядерных реакторах, которые обеспечивали две трети мировых поставок Mo-99. Проблемы, вызванные этими реакторами, и ограниченные производственные мощности других стран сказываются на устойчивости поставок, говорит Осу. Лейва Монтанья добавляет, что строгие положения, регулирующие воздушную перевозку радиоактивных материалов, также создали серьезные проблемы с международной доставкой таких материалов, особенно в островные государства, к которым относится Куба.

“Одна из главных проблем для Кубы, которая может явиться результатом сложившейся ситуации с поставками, – это рост цен на Mo-99. Из-за роста цен мы, в конечном счете, можем исчерпать средства для импорта всего необходимого, и, следовательно, больные не будут получать помощь, в которой они нуждаются”, – говорит Лейва Монтанья. “Тем не менее, до сих пор проблемы международных поставок существенного воздействия на Кубу не оказывали, однако мы ожидаем, что последствия могут возникнуть, и в этой связи мы ведем поиск путей возможного смягчения этих последствий”.

Один из подходов Кубы к уменьшению остроты проблемы поставок заключается в налаживании сотрудничества с



Вскоре на Кубе будут созданы отвечающие требованиям надлежащей производственной практики установки по производству генераторов Mo-99/Tc-99m. (Фото: СЕНТИС)

МАГАТЭ в целях поиска новых поставщиков Mo-99, а также для создания своих собственных установок по производству генераторов Mo-99/Tc-99m, говорит Лейва Монтанья и добавляет, что выгодами смогут воспользоваться и другие острова Карибского бассейна. “Этот проект окажет весьма положительное воздействие на Кубу, а также подготовит Кубу к оказанию необходимой поддержки малым странам этого региона”.

С тех пор, как между Кубой и МАГАТЭ наладилось сотрудничество, роль Кубы как в регионе, так и на международной арене изменилась, говорит Лейва Монтанья. “Сначала с просьбами о помощи в организации стажировок и подготовке специалистов обращалась Куба, однако теперь мы сами обеспечиваем подготовку стажеров в области производства радиофармацевтических препаратов и генераторов, поддерживаем проекты координированных исследований МАГАТЭ и содействуем международным обменам и сотрудничеству с целым рядом стран”.

НАУКА

Радиофармацевтические препараты

Радиофармацевтические препараты – это медицинские препараты, которые содержат небольшие количества радиоактивных веществ, называемых радиоизотопами. Радиоизотопы – это атомы, которые испускают излучения. Радиоизотопы, используемые в радиофармацевтических препаратах, могут производиться с помощью облучения специальной мишени в ядерном исследовательском реакторе или в ускорителях частиц, таких как циклотроны. Полученными таким образом радиоизотопами с учетом биологических характеристик метяся определенные молекулы, которые затем становятся радиофармацевтическими препаратами. Находясь в организме пациента, радиофармацевтические препараты, в силу своих различных физических

характеристик и биологических свойств, взаимодействуют или связываются с различными белками или рецепторами. Это в свою очередь означает, что такие лекарственные препараты, в зависимости от биологических особенностей определенных частей тела, имеют тенденцию концентрироваться в таких органах. Таким образом, используя специальные камеры, врачи могут точно выбирать цель в организме человека, с тем чтобы проводить обследование или лечение, подбирая конкретные типы радиофармацевтических препаратов. Если радиоизотоп испускает излучение в виде частиц, данный радиофармацевтический препарат может использоваться также в терапевтических целях.

На твёрдой земле: во Вьетнаме проблема эрозии почвы решается с помощью ядерных методов

Миклош Гаспар

В школе Дао Тхань Кань ни физику, ни химию не изучал, но в ядерных изотопах он кое-что понимает. Еще пару лет назад большая часть его пятиакровой фермы на холмах центрального Вьетнама постепенно оползала. Благодаря ядерным методам, используемым для точного определения причины и источника эрозии почвы, теперь его земля стабильна, а его кофейная плантация приносит прибыль. “Нависавшая над нами неопределенность порождала большую тревогу”, – говорит он. “Каждый год, когда была сильная буря с градом, исчезали несколько сантиметров почвы”.

Проблемы не у одного Тхань Каня. Деградация почвы затрагивает 1,9 миллиарда гектаров земли во всем мире, что приближается к двум третям глобальных ресурсов почвы.



Сверху: Благодаря ядерным методам фермер Дао Тхань Кань может контролировать эрозию почвы на своей кофейной плантации.

Справа наверху: Склоны холмов во Вьетнаме особенно подвержены эрозии почвы.

(Фото: П.С.Хай, Центр исследований и мониторинга окружающей среды, Далатский институт ядерных исследований)

Эрозия почвы – это главная причина деградации земель во всем мире, и она приводит к ежегодной потере 75 миллиардов тонн плодородной почвы, при этом ежегодные экономические издержки составляют приблизительно 126 миллиардов долл. США. МАГАТЭ, в партнерстве с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО), используя различные ядерные методы, помогает ученым и фермерам в оценке и контроле эрозии почвы. Эти методы включают использование радионуклидов, содержащихся в выпадениях, которые помогают оценить скорость эрозии почвы, и анализ компонентно-специфических стабильных изотопов,

с помощью которого можно определить места нахождения «горячих пятен» деградации земли (см. врезку).

Порочный круг эрозии

Эрозии подвержен верхний – наиболее плодородный – слой почвы. Кроме того, она уносит большую часть удобрений, используемых в сельском хозяйстве, и переносит их в пресную воду, где удобрения питают водоросли, что резко снижает качество воды. “Это двойной удар”, – говорит Мохаммад Замен, почвовед, работающий в Объединенном отделе ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях.

Замен поясняет, что общая причина эрозии – это интенсивное земледелие в сочетании с обезлесением. В результате использования интенсивных методов ведения сельского хозяйства удаляются органические вещества, которые связывают частицы почвы, и таким образом эти районы в периоды сильных бурь становятся уязвимыми для эрозии. Ядерные методы помогают определить «горячие пятна» эрозии, и это позволяет сосредоточить меры по снижению остроты ситуации на участках, подверженных наибольшему риску. “В результате нашей работы ответные меры становятся более целенаправленными, более эффективными и, следовательно, более дешевыми”, – говорит Замен. Теперь, после оценки воздействия этого проекта в различных странах Азии, МАГАТЭ работает над воспроизведением его успеха в других частях мира и формирует сеть национальных экспертов, цель которой – обмен образцовой практикой и ноу-хау.

Оценка эрозии в целях поиска решений

Во Вьетнаме, где три четверти территории страны – это земли с уклоном, эрозия представляет собой большую проблему. В рамках пилотного проекта ФАО/МАГАТЭ на 27 участках во вьетнамской провинции Ламдонг с использованием ядерных методов измерялась скорость эрозии почвы. Директор Центра исследований и





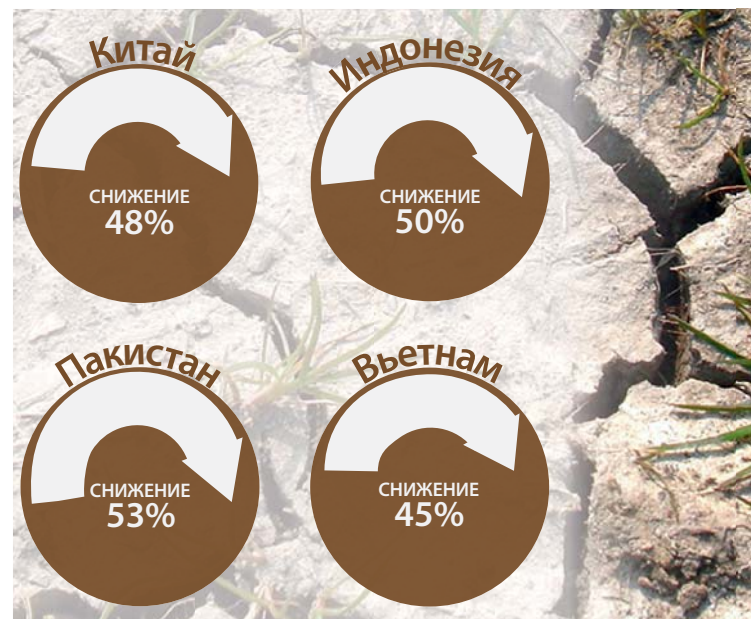
мониторинга окружающей среды в Далатском институте ядерных исследований Пхан Сон Хай, который участвует в этом проекте с 2012 года, говорит, что принятие надлежащей практики охраны почв, такой как совмещение культур, создание около кофейных деревьев водосборных бассейнов и сооружение террас, позволило сократить эрозию почвы на 45 процентов. Аналогичные результаты были достигнуты и в целом ряде других стран региона (см. диаграмму). Теперь Сон Хай помогает коллегам по всей стране внедрять ядерные методы для мониторинга эрозии в национальном масштабе.

В Малайзии, которая также охватывается этим проектом, Осман Зайнудин более десяти лет осуществляет мониторинг района повышенной эрозии в штате Перлис в северной части страны, и два года назад он перешел к использованию ядерных методов. «Используя эти новые методы, мы можем получить значительно более подробную информацию», – говорит Зайнудин, преподаватель геоморфологии в Педагогическом университете им. султана Идриса в северной Малайзии. Он поясняет, что ранее его группа могла измерять только коэффициент осаждения в озерах, но не могла точно определить источник осадений.

«Теперь, – говорит Зайнудин, – когда мы точно знаем, где находится источник эрозии, мы можем принять надлежащие меры по смягчению ее последствий». До конца этого года он, в сотрудничестве с департаментом сельского хозяйства штата, организует учебную программу для фермеров, которая будет посвящена методам снижения эрозии почвы. «Мы не могли организовать такую программу передачи знаний ранее, поскольку мы не знали точного источника эрозии», – говорит он.

Что касается Дао Тхань Каня во Вьетнаме, то его доходы возросли более чем на 20 процентов, а между кофейных деревьев на «горячих пятнах» эрозии на его плантации растут чайные кусты и кормовые культуры. Он говорит,

Сокращение эрозии почвы в целевых областях с 2012 года



Источник: МАГАТЭ

что теперь у него есть уверенность в завтрашнем дне и он не стесняется тратить свой дополнительный доход. Сейчас большая часть получаемых им дополнительных средств идет на обучение его четырех детей. «Я сделаю все возможное, чтобы дать им такое образование, которое я сам никогда получить не мог», – говорит он.

НАУКА

Анализ радионуклидов, содержащихся в выпадениях, и компонентно-специфических стабильных изотопов

Образование радионуклидов, содержащихся в выпадениях (РНВ), – это результат, главным образом, испытаний ядерного оружия, и эти радионуклиды были рассеяны по большим площадям во всем мире. Они присутствуют в атмосфере и с дождем попадают на поверхность почвы.

РНВ могут помочь в определении изменений структур и коэффициентов перераспределения почвы в больших водосборных бассейнах и в оценке эффективности мер по охране почвы, призванных сдерживать эрозию почвы. Использование современной гамма-спектрометрии высокого разрешения позволяет проводить измерения РНВ неразрушающими и относительно несложными методами.

Метод компонентно-специфических стабильных изотопов (КССИ) позволяет определять места, из которых происходит подвергшаяся эрозии почва, поскольку КССИ специфичны для различных растений. Изучая состав КССИ в подвергшейся эрозии почве, ученые могут проследить ее происхождение.

Сочетание этих двух подходов обеспечивает прочную связь между осадочными породами в водосборе и соответствующим источником эрозии.

Уничтожение мухи цеце: первая победа Сенегала близка

Аабха Диксит

После реализации четырехлетней программы уничтожения, в том числе с использованием ядерных методов, сенегальский район Нияес теперь почти полностью свободен от мухи цеце, которая в свое время буквально косила домашний скот.

“Уже в течение года я не видел ни одной мухи цеце”, – говорит скотовод Умар Соу. “Это разительное отличие от прежней ситуации, когда численность насекомых возрастала, особенно в холодный сезон. Муха приносила массу неприятностей нашим животным, и нам приходилось тщательно выбирать время доения. Теперь с этим никаких проблем нет”.



Развертывание ловушки мухи цеце для мониторинга хода осуществления кампании по уничтожению в районе Нияес, Сенегал.

(Фото: М. Врайсен/Объединенный отдел ФАО/МАГАТЭ)

Муха цеце – это кровососущее насекомое, которое ежегодно уничтожает в странах Африки к югу от Сахары более трех миллионов голов домашнего скота, и ежегодные сопутствующие потери для сельского хозяйства превышают 4 миллиарда долл. США. Муха цеце переносит паразитов, которые вызывают истощающую болезнь скота – болезнь «нагана». В некоторых частях Африки эта муха является также причиной более 75 000 случаев «сонной болезни» человека, которая поражает центральную нервную систему и вызывает дезориентацию, изменения личности, нечленораздельную речь, судороги, затрудненную походку и речь и, в конечном счете, смерть.

Воспрепятствовать размножению

В Сенегале успешно внедрен метод контроля над рождаемостью насекомых, при котором мужские особи мухи

с помощью облучения подвергаются стерилизации, и таким образом популяция мухи с течением времени сокращается (см. врезку). С помощью этого метода удалось подавить популяцию мухи на 98 процентов в двух из трех пораженных мухой цеце участков района Нияес, и в следующем году этот метод будет внедрен на третьем участке, говорит Баба Салл, руководитель проекта в министерстве животноводства и животноводческих продуктов Сенегала. Уничтожение мухи значительно повысит продовольственную безопасность и будет способствовать социально-экономическому развитию, говорит Салл, добавляя, что обследование 227 ферм показывает, что доходы сельского населения в Нияесе возрастут на 30 процентов.

Жизнь стала лучше не только для животных, но и для фермеров, говорит свиновод из этой области Лулу Менди. “Теперь, мы даже можем спать на воздухе”, – говорит он. “Раньше, из-за укусов цеце, об этом нельзя было и подумать”.

Салл говорит, что в Сенегале, – одной из 38 африканских стран, зараженных мухой цеце, – площадь полного заражения составляет приблизительно 60 000 км². В 2011 году в районе Нияес, в окрестностях столицы Дакар, начался рабочий этап кампании по уничтожению мухи цеце. Нияес расположен на западном Атлантическом побережье, его территория покрыта остатками гвинейских лесов, а главной растительностью является африканская масличная пальма; в этом районе существует прибрежный микроклимат и экологические условия, благоприятные для мухи цеце *Glossina palpalis gambiensis*.

Этот район был выбран сенегальским правительством, поскольку он наиболее подходит для пород скота, которые дают больше молока и мяса, чем скот в других областях. Вместе с тем, из-за наганы у домашнего скота повсеместно возникает бесплодие и потеря веса, что явилось причиной уменьшения производства мяса и молока, а скот слишком слаб, чтобы на нем можно было пахать или перевозить продукцию, и это, в свою очередь, оказало серьезное отрицательное воздействие на выращивание сельскохозяйственных культур, говорит Марк Врайсен, заведующий Лабораторией борьбы с насекомыми-вредителями в Объединенном отделе ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях.

Прежние попытки уничтожения

Салл говорит, что прежние кампании по уничтожению, которые проводились в районе Нияес с 1971 по 1981 год, позволили добиться сокращения популяции мухи цеце на



десятилетие, но затем, после возрождения этого вредителя в 2003 году, возникли серьезные последствия для домашнего скота и экономического положения фермеров. Исследования показали, что предыдущие попытки уничтожения были неудачны, поскольку кампании не смогли охватить всю популяцию мухи цеце в районе, остались нетронутые изолированные зоны, из которых популяция мухи цеце могла восстановиться.

Стерилизация с использованием ядерных методов наиболее эффективна именно в таких обстоятельствах: популяция мухи значительно сокращена традиционными методами, но все еще есть изолированные зоны, в которых остаются насекомые, поясняет Врайсен. “Стерилизованные мужские особи мухи будут искать девственных женских особей повсеместно”, – говорит он. “Это приведет к полной ликвидации популяции в этих районах”.

Старт проекта в Сенегале ознаменовало начатое в 2006 году технико-экономическое обоснование, которое осуществлялось при поддержке МАГАТЭ, Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций, Центра международного сотрудничества по сельскохозяйственным исследованиям в целях развития (СИРАД), а также правительства Сенегала – по линии Сенегальского института сельскохозяйственных



исследований и управления ветеринарных служб – с тем чтобы оценить возможность создания в районе Нияес зоны, свободной от мухи цеце. Это четырехлетнее исследование позволило сделать вывод о том, что из-за мухи цеце у 28,7 процента скота возникают тяжелейшие проблемы со здоровьем.

Выпуск стерильных мужских особей мухи начался в 2012 году, после трехлетнего периода пилотных испытаний, обучения персонала, подготовительных работ и тестирования.

НАУКА

Контроль рождаемости мухи

Метод стерильных насекомых (МСН) – это форма борьбы с насекомыми-вредителями, предусматривающая использование ионизирующих излучений для стерилизации мужских особей мухи, которые в массовых количествах производятся в специальных установках для разведения. Стерильные мужские особи систематически выпускаются либо с земли, либо с воздуха в районах, зараженных мухой цеце, где эти особи спариваются с дикими женскими особями, которые потомства не приносят. В результате с помощью этого метода можно, в конечном счете, уничтожить популяцию дикой мухи. МСН относится к числу наиболее экологически благоприятных существующих методов контроля, и обычно он применяется как заключительный компонент комплексной кампании, нацеленной на ликвидацию популяции этого насекомого.

Объединенный отдел ФАО/МАГАТЭ поддерживает приблизительно 40 проектов в области МСН, подобных проекту в Сенегале, осуществляемых по линии программы технического сотрудничества МАГАТЭ в различных частях Африки, Азии, Европы и Латинской Америки. При его поддержке осуществляется успешное уничтожение мухи цеце на острове Унгуджа, Занзибар; в Эфиопии, в южной части Восточно-Африканской зоны разломов, благодаря этой деятельности популяция мухи сократилась на 90 процентов.



Воздушные выпуски стерильных самцов мухи цеце в районе Нияес с автожира.

(Фото: Дж. Буйер/СИРАД)

Семена перемен: мутационная селекция растений помогает Бангладеш накормить растущее население

Николь Яверт

Когда-то жителям деревень в северных районах Бангладеш в течение многомесячных периодов «монга» приходилось бороться с бедностью и голодом, но теперь жизнь там кипит, потому что фермеры и сельскохозяйственные рабочие заняты сбором урожая новых сортов сельскохозяйственных культур, выведенных с помощью ядерных методов.

««Монга» по-бенгальски означает «голод»», – объясняет Мирза Муфаззал Ислам, старший научный сотрудник и руководитель отдела биотехнологии Бангладешского института ядерных методов в сельском хозяйстве (БИЯМСХ). Это понятие используется для описания периодов с середины сентября по середину ноября и с марта по апрель, когда «никакой работы для сельскохозяйственных рабочих нет. Они страдают; они голодны», – говорит Муфаззал Ислам.



Новые мутантные сорта растений, выведенные с использованием ядерных методов, позволяют фермеру Мохаммаду Фаридулу Исламу получать более высокие урожаи и улучшать свое экономическое положение.

(Фото: И. Халил/БИЯМСХ)

Генеральный директор БИЯМСХ А. Х. М. Раззак поясняет, что период созревания обычных сортов риса – приблизительно 140 – 150 дней; в результате возникают длительные промежутки между урожаями и возрастают риски потерь урожая, которые могут быть вызваны болезнями, ливнями с градом и засухой. Созданный БИЯМСХ при поддержке со стороны МАГАТЭ и с использованием ядерных методов мутантный сорт риса (см. врезку) дает более высокие урожаи и имеет более короткие периоды созревания – 110 – 120 дней, и таким образом фермеры получают еще 30 – 35 дней для выращивания других зерновых культур и овощей.

Теперь, располагая этим сортом риса, «фермеры выращивают зимние сорта овощей, бобовые и масличные культуры, а затем переходят к следующему севу риса. Таким образом, сельскохозяйственные культуры выращиваются в течение всего периода, и, следовательно, расширяются масштабы сельскохозяйственной деятельности и возрастает интенсивность сельского хозяйства», – говорит Раззак. Благодаря этому доходы фермеров, в том числе женщин, возросли, и это способствовало также тому, что с 2003 года производство риса в Бангладеш возросло приблизительно на 26 процентов, отмечает Раззак.

В северо-западной части Бангладеш, район, где период «монга» не наступает, новые мутантные сорта также помогают фермерам, сталкивающимся с неблагоприятными условиями окружающей среды. «С внедрением новых [мутантных] сортов, особенно сортов фасоли золотистой и чечевицы, экономическое положение фермеров изменилось», – говорит Мохаммад Фаридул Ислам, фермер из деревни Исхурди. «Теперь я смогу удовлетворять потребности своей семьи: обе мои дочери будут учиться в институте. Сейчас я могу позволить себе покупать более качественные продукты и одежду. В прошлом году, с тем чтобы расширить ферму, я купил больше земли и построил новый дом. На бедность моя семья больше не жалуется. Теперь она счастлива».

Фермеры в прибрежных районах сталкиваются с абсолютно иной проблемой, говорит Раззак. Более миллиона гектаров земли находятся под воздействием условий засоленности почвы и ухудшения ее свойств и непригодны для возделывания под традиционные сельскохозяйственные культуры. Как объясняет Раззак, теперь имеется два инбредных сорта, которые более устойчивы к засолению почвы, и замена традиционных сортов сортами, выведенными в БИЯМСХ, делает возможной обработку 40 – 50 процентов этих залежных земель. «Однако, чтобы возделывать землю круглый год, нам нужно больше солеустойчивых сортов», – подчеркивает он.

Готовность к изменению климата

Изменение климата усугубляет неблагоприятные условия окружающей среды в стране, и в результате в нормальную почву поступает больше соленой воды, несвоевременные дожди вызывают наводнения и больше районов сталкиваются с сильной засухой, говорит Раззак.

«С тем чтобы противостоять ожидаемым проблемам изменения климата правительство требует от нас выведения качественных, устойчивых мутантных сортов», – говорит



Муфаззал Ислам. “Именно поэтому мы хорошо осознаем значение ядерных технологий для выведения таких сортов, которые обеспечат нашу готовность к преодолению последствий меняющегося климата для сельскохозяйственного развития”.

Получая с 1971 года поддержку со стороны МАГАТЭ в форме подготовки кадров и организации стажировок, посещений экспертов, развития людских ресурсов и лабораторий и предоставления оборудования, БИЯМСХ может выводить новые мутантные сорта сельскохозяйственных культур. В институте с использованием ядерной технологии было получено более 59 сортов и с использованием метода меченых атомов и других методов селекции – 23 сорта 12 различных видов культур. Располагая этим множеством сортов, “мы можем удовлетворять потребности фермеров и решать их проблемы, а теперь – хотелось бы надеяться – и их возрастающие требования”, – говорит Муфаззал Ислам.

Раззак говорит: “Желудок наполнил – начинаешь думать о качестве”. Требования растут по мере того, как фермеры и правительство проявляют все больший интерес к различным качествам и сортам, содержащим больше питательных веществ, обогащенным цинком и железом, говорит он. “У нас в Бангладеш существуют серьезные медицинские проблемы, вызываемые нехваткой цинка и железа, особенно они касаются кормящих матерей и маленьких детей. Если женщины испытывают недостаток этих питательных микроэлементов во время беременности, после рождения ребенка у них могут возникнуть другие болезни, а дети могут родиться инвалидами”.

Планы на будущее

В планах БИЯМСХ – дальнейшее сотрудничество с МАГАТЭ. Раззак говорит: “С помощью МАГАТЭ мы

Общее производство риса в Бангладеш



Источник: БИЯМСХ

расширяем горизонты нашей деятельности”. Теперь, помимо мутационной селекции растений, БИЯМСХ работает с МАГАТЭ также по тематике рационального использования почвы и воды, борьбы с насекомыми-вредителями и передачи технологии в целях оказания поддержки фермерам Бангладеш и соседних стран, поясняет он.

“Исследования – это процесс непрерывный. Остановиться мы не можем”, – говорит Раззак. “Наша стратегия исследований ориентирована на удовлетворение потребностей фермеров, обеспечивая их сортами, имеющими более высокое качество и обогащенными питательными веществами, решая при этом задачи, которые возникают в связи с ситуацией на земле, а также климатическими условиями. Мы продолжим выведение новых сортов и разработку новых технологий для удовлетворения спроса фермеров и страны в целом”.

НАУКА

Мутационная селекция растений

Мутационная селекция растений – это процесс, который состоит из облучения семян растений, побегов или измельченных листьев таким излучением, как гамма-лучи, и последующего высаживания семян или выращивание облученного материала в стерильном субстрате, в результате чего появляется росток. Затем отдельные растения размножаются и проводится исследование их характеристик. Для ускорения селекции растений, которые имеют представляющие интерес гены (желательные признаки), используется селекция с помощью молекулярных маркеров – часто ее называют маркерной селекцией. Маркерная селекция сопряжена с использованием молекулярных маркеров для селекции растений, имеющих определенные гены, которые демонстрируют желательные признаки. Далее выращиваются те растения, которые обладают такими желательными признаками.

Мутационная селекция растений не связана с модификацией генов, а скорее она использует собственные генетические ресурсы растения и воспроизводит естественный процесс спонтанной мутации, которая является двигателем развития, – процесс, на который иначе потребовалось бы сотни миллионов лет. Используя излучения, ученые могут значительно, вплоть до одного года, сократить время, которое требуется для обнаружения выгодных изменений. Надлежащие методы скрининга нацелены на определенные признаки, необходимые для удовлетворения ключевых потребностей, таких как растения, устойчивые к высокой засоленности почвы или стойкие к воздействию определенных вредителей. Это позволяет аттестовать новый сорт для использования в самые сжатые сроки.

Дышать стало легче: борьба с загрязнением воздуха в Индонезии

Михаэль Амди Мадсен

Вскоре будут приняты поправки к регулирующим положениям, разработка которых – результат исследований, проведенных с использованием ядерных аналитических методов, и воздух, которым дышат жители Индонезии, будет чище. Сейчас впервые появилась возможность осуществлять точный контроль загрязнения свинцом и другими твердыми частицами воздушной среды, и благодаря этому индонезийские должностные лица могут осознать проблемы загрязнения воздуха и понять, как с ними бороться.

“Для нас это важный шаг”, – говорит Мухаятун Сантосо, старший научный сотрудник Национального агентства по ядерной энергии (БАТАН) Индонезии. “Прежде, чем страна приступит к реализации масштабных проектов энергетического развития, мы рассчитываем усилить действующие нормы в сфере экологии”.



Отбор проб воздуха в городе Паланкарая, Борнео, Индонезия.

(Фото: Сантосо/БАТАН)

Так было не всегда. В 2006 году Индонезия начала осуществление проекта по повышению качества воздуха в городских районах, целью которого было обеспечение к 2020 году в городах Индонезии чистого и здорового воздуха. В стране была внедрена система мониторинга, в которой использовалось множество традиционных методов, в том числе, в десяти городах – системы управления качеством воздуха и в 33 провинциях – пассивные пробоотборники.

“Поскольку ресурсы были ограничены, системы управления качеством воздуха во всех десяти городах работать эффективно не могли – обслуживание этих систем стоило огромных денег”, – говорит Сантосо. “Сама система также имела пределы: она не могла отслеживать твердые частицы размером меньше 2,5 микрометра, а это означает, что она не обнаруживала целый диапазон потенциально вредных загрязнителей воздуха. Было необходимо усовершенствовать эту систему и попробовать что-то иное”.

Попытка использовать нечто новое

Попытка применить нечто иное означала сотрудничество с МАГАТЭ в целях использования в проекте мониторинга качества воздуха ядерных аналитических методов. Нейтронно-активационный анализ, рентгеновская флюоресценция и ионно-пучковый анализ могут дать масштабные массивы уникальных данных об элементных составах взвешенных в воздухе твердых частиц, что является ключевой информацией для определения возможных источников загрязнения воздуха (см. врезку).

Сантосо говорит: “Загрязнение свинцом из антропогенных источников, главным образом, твердыми частицами размерами менее 2,5 микрометра и обнаружение этих источников может быть непростой задачей”. Используя анализ с помощью рентгеновского излучения, индуцированного выведенными в воздух протонами, а также знания, полученные от МАГАТЭ, группе исследователей БАТАН удалось отследить причину и источник загрязнения свинцом в различных районах, в том числе в районе Серпонга, в окрестностях Джакарты. “Мы смогли установить, что высокий уровень загрязнения связан с центром по утилизации и предприятием по производству свинцовых батарей”, – говорит она.

Результаты данного проекта использовались, с тем чтобы помочь правоохранительным органам вести борьбу с незаконными загрязнителями и просветить население по поводу опасности свинцового загрязнения, говорит Сантосо.

Наладив сотрудничество с провинциальными городами, управлениями по охране окружающей среды провинций и министерством окружающей среды Индонезии, БАТАН распространила свой мониторинг за пределы Явы. “Мы сделали большой шаг, увеличив число мест отбора проб с одной точки в Бандунге до 16 городов, охватив таким образом наши самые большие острова”, – говорит она.

Многообещающая решимость

Результаты мониторинга воздуха стимулируют изменения законодательства. Итоги исследований загрязнения свинцом побудили законодателей к пересмотру закона Индонезии о контроле загрязнения воздуха: были снижены пороговые значения приемлемых концентраций свинца в атмосферном воздухе. “Этот вклад стал свидетельством вселяющего большие надежды усиления решимости, политики и стратегии правительства, направленных на борьбу с загрязнением воздуха во всей стране”, – говорит Сантосо. Ведется работа по дальнейшему расширению данного проекта, при этом будет использоваться также больший диапазон методов, и будет возрастать количество объектов,



на которых ведется мониторинг, говорит она. “В следующие три – пять лет мы охватим 34 города и достигнем нашей цели ведения мониторинга в столицах всех провинций Индонезии”.

Мониторинг развития

Индонезия быстро развивается, и у нее есть планы сооружения на Яве и Бали более 30 электростанций, включая станцию на угле мощностью 10 000 мегаватт. Как известно, поясняет Сантосо, упомянутые станции будут источниками загрязнения окружающей среды, и это потребует дальнейшего мониторинга. Она говорит, что в рамках проекта по мониторингу загрязнения воздуха будет необходимо проведение новых аналитических исследований для определения характеристик используемого угля, продуктов его сгорания и их воздействия на окружающую среду.

Оценка экологического и физиологического воздействия токсичных элементов зависит от уровней воздействия, их количеств и специфического химического действия. “Для нас крайне важно проведение элементного анализа и анализа химического состояния мышьяка, ртути, кадмия, никеля, хрома и свинца - токсичных микроэлементов, связанных с сжиганием угля, однако, к сожалению, эти элементы находятся ниже пределов обнаружения с помощью энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектроскопии и индуцированного протонами рентгеновского излучения – ядерных технологий, которые мы использовали до сих пор”, – говорит она.

Для решения этой проблемы Индонезии необходим доступ к синхротрону – такому ускорителю частиц, который может содействовать индонезийским исследователям в проведении анализа проб. МАГАТЭ помогает Индонезии в проведении анализа проб с использованием синхротрона, который предоставлен Агентству в рамках проекта координированных исследований, осуществляемого с партнерскими организациями в Триесте, Италия. БАТАН надеется, что это сотрудничество даст проекту по мониторингу качества воздуха более существенную информацию о видообразовании и химическом составе



Эксперты БАТАН с помощью ядерных аналитических методов идентифицируют образцы взвешенных в воздухе частиц.

(Фото: Сантосо/БАТАН)

загрязнителей воздуха в стране, содействуя более качественной оценке воздействия на окружающую среду и обеспечивая людям возможность дышать чистым воздухом.

По словам куратора программы МАГАТЭ Гашо Гебейеху Вольде, загрязнение воздуха – проблема региональная. “Серьезную озабоченность вызывает трансграничное загрязнение, и, содействуя подготовке кадров и предоставляя экспертные знания, мы помогаем странам создать такие механизмы отбора проб, которые могут точно определить причину и источник загрязнения воздуха”, – говорит он. “Важно знать, загрязнение имеет антропогенное происхождение или является результатом лесного пожара или извержения вулкана”. МАГАТЭ, на основе своей региональной программы, помогает странам во всем регионе Юго-Восточной Азии путем поддержки и расширения всеобъемлющей региональной базы данных для общего использования, и оно оказывает им содействие в наращивании собственного аналитического потенциала, и, в случае необходимости, обеспечивает возможности анализа проб в региональных ресурсных центрах, которые располагают более сложными аналитическими лабораториями, такими, как лаборатории в Австралии и Новой Зеландии.

НАУКА

Индукцированное протонами рентгеновское излучение

Индукцированное протонами рентгеновское излучение (ИПРИ) – это ядерный аналитический метод, суть которого состоит в использовании ионного пучка – пучка заряженных частиц – для получения информации об элементном составе образца.

При анализе с помощью ИПРИ образец подвергается воздействию ионного пучка. В результате взаимодействия между пучком и образцом возникает электромагнитное излучение, длина волны которого является признаком

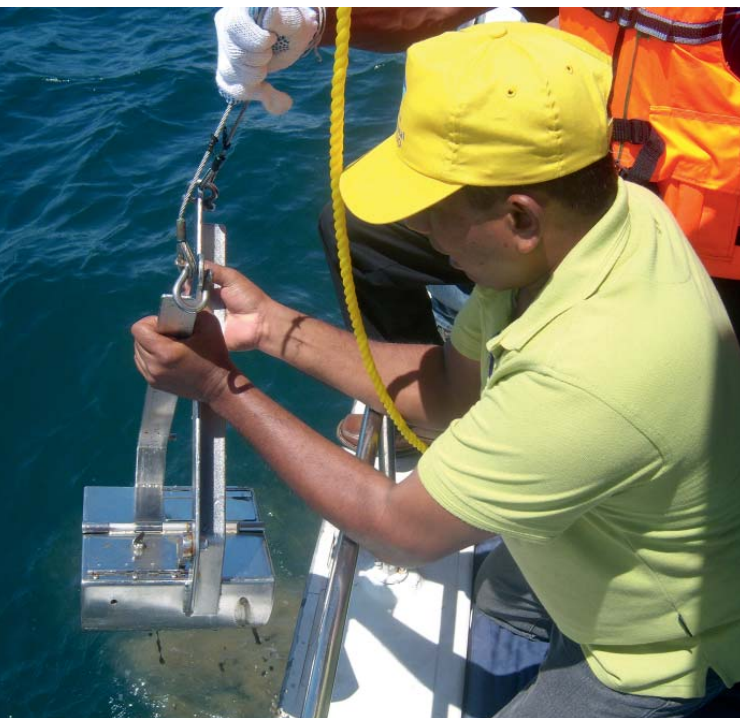
конкретных элементов и изотопов. Это позволяет ученому определить, не только из чего состоит образец, но и его происхождение.

Использование ИПРИ не ограничивается мониторингом загрязнения воздуха; поскольку это один из методов неразрушающего анализа – образец, являющийся объектом изучения, не разрушается – ИПРИ может применяться в археологии и сохранении произведений искусства.

Улов – ответы на вопросы: в Шри-Ланке доказано, что в прибрежных водах никаких проблем с радиоактивностью нет

Михаэль Амди Мадсен

Доходы более миллиона жителей Шри-Ланки зависят от моря, и приблизительно половину потребляемого населением острова животного белка дает рыба. Море обеспечивает жителей страны и средствами к существованию, и повседневным питанием. Озабоченность, возникшая после произошедшей 11 марта 2011 года аварии на атомной электростанции “Фукусима-дайити”, заострила внимание на важности мониторинга радиоактивных веществ в океанах. Но в Шри-Ланке для измерения уровня радиоактивности в ее водах не было ни оборудования, ни экспертных знаний.



Ученые в Шри-Ланке берут пробы морской воды для мониторинга уровней радиоактивности.

(Фото: САЭ)

Особую озабоченность жителей Шри-Ланки вызывало качество потребляемой ими рыбы. “Мы были вынуждены вести мониторинг радиоактивности проб рыбы, которые отбирались в местном улове, в импортируемой замороженной рыбе, а также в импортируемых из других стран рыбных консервах”, – говорит Ваджура Уадуге,

директор отдела естественных наук Совета по атомной энергии Шри-Ланки (САЭ).

МАГАТЭ начало осуществление проекта, целью которого было оказание помощи 24 странам этого региона в определении контрольных значений уровня радиоактивности – естественной и искусственной – в их прибрежных водах (см. врезку).

Уадуге и его группа обнаружили в пробах импортированных рыбных консервов цезий-137, однако его уровень был незначительным. В шри-ланкийских водах и осадочных породах неизменно обнаруживаются низкие уровни цезия, но их источник – только выпадения в результате испытаний ядерного оружия, проводившихся в 50-х и 60-х годах прошлого столетия. С тем чтобы убедить население, что потребляемые им морепродукты безопасны, рыбная промышленность, импортеры и САЭ на основе программы расширения осведомленности предприняли информационную кампанию, говорит Уадуге.

Необходимые средства

До начала проекта у САЭ были элементарные возможности анализа с помощью гамма-спектрометрии, но он не мог проводить никаких анализов морских проб, необходимых для создания базы данных о радиоактивности моря.

Благодаря организованным МАГАТЭ семинарам-практикумам и подготовке кадров в САЭ были внедрены методологии отбора проб и аналитические процедуры, и это дало ему возможность вести мониторинг существующих уровней радиоактивности осадков на морском дне, морской воды, рыбы и водорослей.

Впоследствии САЭ смог получить от правительства средства на закупку нового, более сложного оборудования, которое дало его сотрудникам возможность регистрировать даже малозаметные следы радионуклидов и определять контрольные данные. “Это оборудование, в силу высокой производительности, весьма полезно для проведения анализа проб” – говорит Уадуге. Он добавляет, что одним из ключевых факторов успеха этого проекта в Шри-Ланке было сотрудничество с Комитетом по защите морской среды.

Уадуге рассказывает, что в декабре прошлого года САЭ удалось приобрести оборудование также для анализа проб в целях получения исходных данных по стронцию-90,



который является продуктом деления ядер на атомных электростанциях и содержится в выпадениях в результате испытаний ядерного оружия, и он рассчитывает получить от МАГАТЭ помощь и знания, с тем чтобы использовать новое оборудование наилучшим образом.

Шри-Ланка – не единственная страна, в которой нет исходных данных о радиоактивности моря. Во многих странах Азии и Тихого океана отсутствуют навыки, оборудование и финансовые средства для того, чтобы регулярно измерять радиоактивность моря. Для удовлетворения их потребностей МАГАТЭ начало осуществление проекта, цель которого – оказание помощи 24 странам в создании и укреплении потенциала мониторинга моря, а основная направленность которого – обнаружение цезия. “Разные страны обладают различным потенциалом мониторинга радиоактивности моря”, – говорит Иоланда Осват, руководитель Лаборатории радиометрии МАГАТЭ. “Когда мы начинали этот проект, было несколько малых островных государств, где мы должны были начинать с чистого листа, в то время как в других странах мы содействовали укреплению их потенциала или совершенствованию используемых ими методов”.

Следующий шаг

В Шри-Ланке, благодаря этому проекту, удалось убедить работников директивных органов в необходимости существования программы мониторинга, и на его основе были обеспечены достаточные финансовые средства для развития инфраструктуры. В новом лабораторном комплексе, сооружение которого планируется завершить к 2016 году, предусмотрено создание целевых лабораторий гамма-спектрометрии, альфа- и бета-спектрометрии и радиохимии.

Посты мониторинга вокруг Шри-Ланки



Теперь в Шри-Ланке есть действующая база данных, содержащая исходные данные о ее водах, и она надеется поддерживать и развивать ее, пополняя новыми данными. “Следующим шагом должно стать распространение нашего плана отбора проб на воды глубинных участков бассейна Маннар, с тем чтобы определить контрольные значения для этого района”, – говорит Уадуге. Собранные контрольные данные будут включены в базу данных Информационной системы по морской среде МАГАТЭ и Базу данных по радиоактивности морской среды в Азиатско-Тихоокеанском регионе, с тем чтобы доступ к ней могли без каких-либо затруднений получать другие страны.

НАУКА

Что такое контрольные данные?

Обнаружение следовых количеств радионуклидов в пробе – задача сложная и требует в высшей степени специализированного и чувствительного оборудования. С тем чтобы компетентные органы, ответственные за радиационный мониторинг, могли быстро узнать, является ли источник обнаруженного излучения новым или нет, им необходимы исходные данные – «точка отсчета».

Контрольные данные – это данные, лежащие в основе базы данных, которые помогают в проведении мониторинга в будущие периоды. Если в новой пробе

содержится какой-либо радионуклид, ее можно сравнить с контрольными данными, и тогда можно будет выяснить, имеет ли этот радионуклид новое происхождение.

Океаны, по большей части, имеют очень низкие уровни радионуклидов – как правило, от выпадений в результате прежних испытаний ядерного оружия. В случае обнаружения радионуклидов возможность их сравнения с ранее полученными данными может показать, является это загрязнение старым или новым.

С каждой каплей урожаем богаче: капельное орошение для повышения урожайности и экономии воды

Родольфо Кевенко

В свое время на Маврикии цветная капуста, брокколи, сладкий стручковый перец и многие другие питательные овощи, как правило, были дорогими. Климат этого острова и традиционная практика ведения сельского хозяйства не подходили для выращивания ряда высокоценных овощных сельскохозяйственных культур, при этом их импорт в островное государство из-за перевозок на большие расстояния был запретительно дорогим.

За несколько прошедших лет все изменилось, и теперь местные фермы начинают снабжать растущее население страны и бурно развивающуюся индустрию туризма свежей, выращенной на месте сельскохозяйственной продукцией.



Манож Чамру удвоил свой урожай и теперь снабжает местные отели цветной капустой и другими свежими овощами.

(Фото: Р. Венкатасами/ФАРЕИ)

Секрет – в капельном орошении, которое стало возможным благодаря ядерным методам, ибо они позволяют измерять уровни влаги и в почве, и в растениях, а это, в свою очередь, дает фермерам и чиновникам сельскохозяйственной отрасли возможность точно определять, сколько и когда требуется воды и питательных веществ (см. врезку).

“Внедрение капельного орошения на всем острове повысило урожайность продовольственных сельскохозяйственных культур, а также доходы фермеров”, – говорит Рам Венкатасами, ученый-исследователь, отвечающий за программу по ирригации в Институте исследований и распространения знаний в области продовольствия и сельского хозяйства (ФАРЕИ) Маврикия.

“Для нас, мелких фермеров, капельное орошение – это очень хорошая система”, – говорит Манож Чамру, фермер из восточного Маврикия, который с 1986 года вместе с женой обрабатывает свой 1200-акровый участок, выращивая на нем овощи. “Оно может реально повысить наш урожай и наши доходы”.

Капельное орошение позволяет осуществлять полив растений, используя сеть труб и тонких шлангов, по которым вода подается непосредственно либо к основанию, либо к корню растения. Благодаря этому процессу сокращается потребление воды.

“В этом сезоне я удвоил свой урожай”, – говорит Чамру. “И на овощном аукционе я получил высокую рыночную цену, поскольку цветная капуста и перец-чили были очень высокого качества”.

Теперь Чамру по утрам отправляется на свои поля не на велосипеде, а на мотоцикле. Он купил соседний земельный участок и взял кредит в банке, с тем чтобы и на этом участке наладить капельное орошение. Кроме того, он завершил строительство дома и обновил обстановку. “Иногда я даже могу пообедать с семьей в ресторане”, – говорит он.

Почти на 80 процентах всех обрабатываемых площадей на Маврикии практикуется богарное земледелие. Не обладая финансовыми ресурсами для инвестиций в дорогие дождевальные установки или ирригационные плотины, такие фермеры, как Чамру, обычно носили воду в канистрах – процесс весьма трудоемкий и расточительный. Как говорит Венкатасами, ситуация усугублялась тем, что за последние 10 лет на Маврикии произошло заметное сокращение ежегодного выпадения дождей, что стало причиной снижения урожая и производительности в мелких фермерских хозяйствах.

На долю сельского хозяйства уже приходится 70 процентов глобального потребления пресной воды. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО) ожидается, что для удовлетворения спроса растущего населения к 2050 году глобальные потребности в воде для сельского хозяйства вырастут еще на 50 процентов. Для устойчивого развития крайне важно повышение эффективности использования воды.



Фертигация – комбинированное использование воды и удобрений

Для дальнейшего повышения урожаев, а также экономии ресурсов фермеры все чаще применяют метод, который позволяет вместе с водой доставлять растениям удобрения – процесс, называемый фертигацией. Начальник Секции рационального использования почв, воды и питания растений Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях Ли Кэн Хэн разъясняет, что в целях определения эффективности поглощения растениями удобрений и воды и оптимизации необходимых количеств на небольшом участке земли на основе фертигации вносится удобрение, в котором присутствует изотоп азота. Она говорит, что этот метод может сэкономить половину того объема удобрений, который традиционно вносится для достижения таких же результатов.

“Сокращение использования удобрений способствует защите людей и окружающей среды от загрязнения, поскольку уменьшается возможность проникновения остаточных удобрений в подземные воды и загрязнения окрестных ручьев и рек”, – говорит Хэн. МАГАТЭ предоставило этот метод должностным лицам сельскохозяйственной отрасли и фермерам, участвующим в 19 проектах по капельному орошению в разных странах Африки.

Полученные результаты.

1 Кения. Разработка недорогостоящей, компактной системы капельного орошения, которая позволила повысить урожай полевых томатов в 2,8 раза, используя при этом только 45% воды по сравнению с традиционным ручным поливом.



Капельное орошение в Кении.

(Фото: Л. Хэн/МАГАТЭ)

2 Танзания. Применение капельного орошения позволило получать урожай чая, который в четыре раза превышает урожай с богарных, неорошаемых плантаций.

3 Судан. Капельное орошение, в сравнении с поверхностной ирригацией, позволило добиться 60-процентной экономии воды для полива и увеличения урожая лука на 40 процентов. В настоящее время эта система используется фермерами во многих деревнях к северу и к югу от Кассалы в восточном Судане.

НАУКА

Изотопы азота в рациональном использовании почвы

Изотопные и ядерные методы играют важную и уникальную роль в оценке состояния и перемещения воды в почве. Они важны для разработки стратегий устойчивого управления водными ресурсами в сельском хозяйстве и успешного использования более дешевых и более эффективных методов ирригации, таких как капельное орошение.

Азотные удобрения играют ключевую роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур в целях улучшения ситуации в плане продовольственной безопасности. Вместе с тем, во многих странах азотные удобрения весьма дороги. Кроме того, многие сельскохозяйственные культуры используют азот неэффективно – более 50% азота может остаться в земле.

С тем чтобы определить, насколько эффективно растения используют питательные вещества, содержащиеся в удобрениях, используются возможности фертигации, которые позволяют установить, куда направляются удобрения, после того, как они поступают в почву. Ученые вносят удобрения, меченные стабильным изотопом азот-15, на небольшом опытном участке или на фермерском поле. Изотоп азот-15 имеет молекулярную массу, отличную от остальной части смеси удобрений, что позволяет ученым проследить его перемещение после поступления в почву и растение. На такой основе они могут определить требуемое количество удобрения и наилучший метод его внесения. Тогда этот идеальный рецепт передается фермерам.

Никто не видит, но все знают: Бразилия и ее соседи сотрудничают в деле защиты одного из крупнейших в мире хранилищ подземных вод

Николь Яверт

Когда-то покрытое тайной будущее самого большого хранилища подземных вод в Латинской Америке вызывало озабоченность ученых, теоретиков и политиков Бразилии, Аргентины, Парагвая и Уругвая по поводу судьбы их главного пресноводного ресурса. С использованием ядерных методов удалось найти ключи к разгадке тайны, и теперь Бразилия и ее соседи хорошо знакомы с водоносным горизонтом Гуарани и могут с уверенностью рассчитывать, что на базе новой системы защиты и устойчивого использования водой из этого водоносного горизонта можно будет пользоваться еще минимум 200 лет.



Водоносный горизонт Гуарани, расположенный под покрытыми богатой зеленью плодородными землями, простирается более чем на 1,2 млн квадратных километров и снабжает регион пресной водой для питья, сельского хозяйства и туризма.

(Фото: М. Р. Казтано-Чан/Университет штата Сан-Паулу)

Эти четыре страны, применяя один из ядерных методов – изотопную гидрологию (см. врезку), проанализировали и оценили данный водоносный горизонт в целях определения его возраста, происхождения и эволюции подземных вод, а также его качество и риск загрязнения. “Проведенные исследования сделали существенный вклад в реализацию данного проекта: они позволили получить комплексную картину всего водоносного горизонта, что важно для интерпретации множества важных геологических, гидрохимических и гидрогеологических выводов”, – говорит профессор Института геофизических и точных наук (ИГТН) Университета штата Сан-Паулу Хун Цзян Чан.

Расположенный под покрытыми богатой зеленью плодородными землями, этот водоносный горизонт простирается более чем на 1,2 млн квадратных километров,

а это в три раза больше площади Каспийского моря. В порах и трещинах его песчаника хранятся запасы более 37 000 кубических километров пресной воды, возраст этих запасов – приблизительно 200 – 130 млн лет, и они являются источником питьевой воды, за счет которой удовлетворяются потребности промышленности, сельскохозяйственного орошения и курортов на базе термальных источников в регионе.

“Это невероятный трансграничный ресурс подземных вод, который существует здесь сотни тысяч лет”, – говорит Чан. “Данный водоносный горизонт влияет на жизнь миллионов человек. Если бы доступ к нему прекратился, то воздействие по своим масштабам было бы гигантским”.

Чан добавляет, что этот водоносный горизонт особенно важен для Бразилии, поскольку страна потребляет приблизительно 90 процентов от общего объема ежегодно извлекаемой воды, который составляет один миллиард кубических метров, и от него зависят 14 млн человек.

Воздействие цивилизации

Хотя большая часть водоносного горизонта остается нетронутой, запасы воды все же испытали на себе отрицательное воздействие цивилизации. “Природа наградила этот регион богатыми водными ресурсами, но для чрезмерного потребления современным обществом их недостаточно”, – говорит Чан. “Потребление воды растет, растет и численность населения, и неконтролируемое загрязнение и нерегулируемое водопользование в некоторых районах могут создать опасную ситуацию”, – поясняет он. “Кроме того, – отмечает он, – изменение климата окажет серьезное воздействие на дождевые осадки и суммарное испарение в районах пополнения водоносного горизонта”.

Последствия чрезмерной эксплуатации и загрязнения, в силу плохих санитарных условий, создают угрозу для местного водоснабжения, что в среднесрочной перспективе может привести к экологическому дисбалансу, например, в результате роста бактерий в скважинах, бурение которых надлежащим образом не регулируются, говорит Герунсиу Роша, недавно ушедший в отставку с должности координатора группы по подготовке проекта по водоносному горизонту Гуарани в штате Сан-Паулу.



Вплоть до недавнего времени в указанных четырех странах не было никакой информации о том, как цивилизация воздействует на водоносный горизонт и как лучше всего защитить его и использовать экологически рациональным образом. Поэтому они совместными усилиями разработали проект по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития в системе водоносного горизонта Гуарани, который известен также как «проект Гуарани».

“Основная мотивация этого проекта имеет технический характер”, – говорит Роша. В рамках проекта поднимаются вопросы о потоках воды в водоносном горизонте и количестве возобновляемой воды, какое воздействие на него оказывают загрязнение и заражение, где находятся районы пополнения и стока, а также о его возрасте и химическом составе, говорит Роша. По его словам, основанием для озабоченности, помимо обсуждаемой нерегулируемой эксплуатации подземных вод, были эти и другие вопросы.

При поддержке со стороны ряда международных организаций, в том числе МАГАТЭ, был разработан проект, целью которого было провести научно-технические исследования, с тем чтобы осмыслить существование этого водоносного горизонта, а также определить, какие меры необходимы для его защиты и устойчивого использования. Упомянутые страны разработали политику защиты и устойчивого управления этим водоносным горизонтом, которая охватывает также институциональные, правовые, экономические и экологические соображения.

Определение возраста вод

Проект по водоносному горизонту Гуарани осуществлялся в период с 2003 по 2009 год, и в 2011 году был выпущен стратегический план действий. Хотя в результате осуществления этого проекта была создана всеобъемлющая база данных о водоносном горизонте, “все еще необходимо проделать большую работу для получения



дополнительной информации о нем и о его гидрологических характеристиках”, – говорит сотрудник Секции изотопной гидрологии МАГАТЭ Луис Арагуас-Арагуас.

С тех пор эти четыре страны осуществили несколько последующих проектов, и в их числе – нынешний проект МАГАТЭ, осуществляемый вместе с Бразилией и Аргентиной, цель которого – дальнейшее изучение возраста водоносного горизонта с использованием методов изотопной гидрологии. К настоящему времени в рамках этого проекта было установлено, что возраст подземных вод в центральных частях водоносного горизонта составляет до 800 000 лет.

Исторически, несмотря на существенную роль источников подземных вод, управление водными ресурсами в этом регионе сосредоточено главным образом на поверхностных водах. “Теперь, благодаря осуществлению проекта, общественность лучше осведомлена о фактических и потенциальных угрозах для водоносного горизонта”, – говорит Роша. “Для успешного управления водоносным горизонтом важно, чтобы население осознавало его значение”.

НАУКА

Изотопная гидрология

Молекулы воды имеют уникальные характерные признаки, основанные на различных пропорциях содержащихся в них изотопов, – химических элементов с атомами, в ядре которых имеется то же количество протонов, но другое количество нейтронов. Они могут быть природными или искусственными. Радиоизотопы нестабильны, и по мере их распада до восстановления стабильности они постоянно испускают энергию, которая называется радиоактивностью. Ученые могут измерить период, который требуется для распада половины радиоизотопов, который называется периодом полураспада. Зная период полураспада радиоизотопа и содержание изотопов в воде или в других веществах, ученые могут определить возраст скальных пород и воды, в которых содержатся эти радиоизотопы.

Стабильные изотопы не распадаются и остаются в неизменном виде в течение всего периода их присутствия в воде. Ученые используют различное содержание изотопов в поверхностных и подземных водах, с тем чтобы определять различные факторы и процессы, в том числе источники и изменение характеристик воды во времени, прежние и нынешние условия выпадения дождя, пополнение водоносных горизонтов, смешивание и взаимодействие водоемов, процессы испарения, геотермальные ресурсы и процессы загрязнения.

Меры по охране вод и участие общин повышают устойчивость добычи урана в Танзании

Миклош Гаспар

После недавних изменений в регулирующей основе страны, благодаря которым она была приведена в соответствие с рекомендациями МАГАТЭ, в Объединенной Республике Танзании все готово к добыче урана. Как указывают танзанийские должностные лица и эксперты МАГАТЭ, устойчивости этого проекта будут содействовать учет экологических соображений и участие местных общин в мониторинге процесса лицензирования и будущих операций.

Танзания, которая располагает установленными ресурсами урана в объеме около 60 000 тонн, рассчитывает начать добычу в 2016 году, с тем чтобы приступить к эксплуатации своих урановых месторождений, что является частью планов страны увеличить долю горнодобывающего сектора с 3,3% валового внутреннего продукта в 2013 году до 10% к концу десятилетия. Танзания, по мере истощения ее запасов золота и алмазов, меняет свою основную направленность на добычу урана. “Настало время, чтобы страна начала извлекать выгоду из своих запасов урана”, – говорит



Отбор проб скальных пород, содержащих уран, площадка на реке Мкужу, Танзания.

(Фото: Х. Тулсидас/МАГАТЭ)

генеральный директор Комиссии по атомной энергии Танзании Идди Мкилаха.

Основываясь на предварительном анализе, правительство определило полдюжины участков, имеющих хороший потенциал добычи, и выдало лицензии на проведение геологоразведочных работ. Мкилаха говорит, что недавно проведенные технико-экономические обоснования позволили определить один участок, обладающий коммерческим потенциалом, который может быть реализован в ближайшее время, но в силу последовавшего падения цен на уран и продолжающихся переговоров с иностранными горнодобывающими компаниями, никаких работ по добыче пока не начато.

Правительство обратилось к МАГАТЭ за помощью, с тем чтобы еще до начала добычи привести соответствующее законодательство и процедуры страны в соответствие с нормами безопасности и экологическими стандартами и обеспечить применение надлежащей практики, говорит Мкилаха. “Мы хотели, чтобы народ Танзании получал выгоду, и мы осознали, что у нас нет надлежащего действующего законодательства, которое обеспечивало бы безопасную добычу, переработку и перевозку. Теперь оно у нас есть”, – говорит он.

В ходе проведенного рассмотрения были проанализированы аспекты регулирования, здравоохранения, безопасности и окружающей среды, а также устойчивость операций. Группа МАГАТЭ представила несколько предложений, касающихся регулирующей основы и обеспечения соответствия операций по добыче нормам МАГАТЭ и надлежащей международной практике, особенно в связи с аспектами здравоохранения, безопасности и окружающей среды, разъясняет возглавляющий проект по Танзании специалист по ядерной технологии МАГАТЭ Харикришнан Тулсидас.

Целостный подход

Благодаря вкладу МАГАТЭ правительство реализует более целостный подход к вопросу добычи урана, и оно ввело экологические регулирующие положения, в частности, касающиеся охраны вод, говорит Мкилаха. “Прежде мы не осознавали важность мониторинга водных потоков и подземных вод вокруг участков будущей добычи”, – говорит он, добавляя, что как следствие проекта МАГАТЭ были проведены измерения базисных данных, нацеленные на установление уровней различных минералов и химических

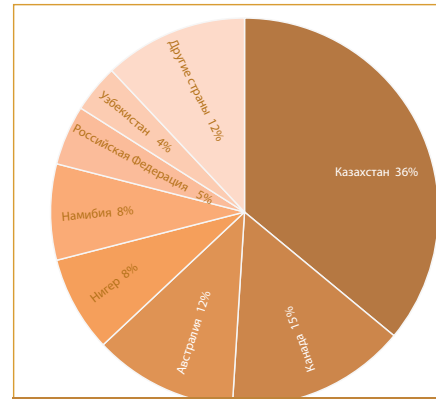


веществ в воде. “Мы сможем контролировать деятельность, сверяясь с этими уровнями”, – говорит он.

Танзанийские эксперты и работники директивных органов узнали также, насколько важно заблаговременно заручиться согласием местных общин, говорит Мкилаха. “Мы поняли, что при участии общин мы сможем уменьшить вероятное сопротивление проекту”.

Компетентные органы стремятся вовлечь местное население, организуя различные встречи, посвященные, в том числе, возможностям трудоустройства, говорит Мкилаха. Группа исследователей, ведущая разведку урановых месторождений “уже нанимает местных жителей, и община рассматривает данный проект как одну из экономических возможностей в данном районе”, – говорит он. Следуя рекомендациям МАГАТЭ, в целях постоянного мониторинга операций, особенно в плане экологической устойчивости, правительство, в консультации с местными руководителями, выработает план мониторинга окружающей среды и создаст общинный консультативный комитет, возглавлять который будет один из местных представителей.

Рассмотрение содержит также вывод о необходимости четкого разделения обязанностей в правительстве, с тем чтобы его роль регулирующего органа не компрометировалась его участием в качестве стратегического партнера. “Первоначальный порядок имел вероятность риска и конфликта интересов”, – говорит Тулсидас. В соответствии с рекомендациями, регулирующая функция министерства коммуникаций, науки и технологий была усилена: и в министерстве коммуникаций, науки и технологий, и в министерстве энергетики и минеральных ресурсов были созданы специализированные функциональные подразделения, на которые была возложена ответственность за осуществление надзора.



Добыча урана в 2012 году: 58 816 тонн урана

Источник: МАГАТЭ

Вторая жизнь отходов горнодобычи

Кроме того, эксперты МАГАТЭ оказали Танзании помощь в разработке планов извлечения урана из хвостов или рудничных отвалов, образовавшихся при добыче золота и фосфатов. “Раньше они рассматривались как отходы, но теперь мы изучаем вопрос о том, как из них можно извлечь возможную экономическую выгоду”, – говорит Тулсидас.

При условии восстановления цены на уран и успеха переговоров с инвесторами эксплуатация первого рудника начнется, вероятно, в 2016 году, и он будет находиться в районе в реки Мкужу, приблизительно в 470 километрах к юго-западу от столицы Дар-эс-Салама, говорит Мкилаха.

Участие в написании этой статьи принимал также Уго Коэн Албертини.

НАУКА

Добыча урана

Когда урановая руда находится близко к поверхности, уран, как и другие минеральные ресурсы, как правило, добывается открытым способом, а когда она залегает глубже – подземным способом. Подземная добыча, с тем чтобы снизить облучение рабочих от газа радона, требует весьма интенсивной вентиляции. Радон является продуктом процесса естественного распада урана.

Содержание урана в руде, как правило, составляет от приблизительно нескольких сотен частей на миллион до 20% урана. Из обычных рудников руда доставляется на заводы по переработке или обогащению, где из руды извлекаются оксиды урана. Если позволяют геологические условия, в землю могут закачиваться химикаты для растворения урана, и этот процесс называется подземным

выщелачиванием. Работники горнодобывающей компании по трубам вводят в руду слабые щелочные растворы, такие как растворы на основе бикарбоната натрия, или, альтернативно, кислотные растворы, благодаря чему уран отделяется от руды, а затем они выкачивают полученный раствор на поверхность, где из него извлекается уран.

Во всем мире ежегодно производится около 60 000 тонн урана. Ведущие три производителя – это Казахстан, Канада и Австралия, на долю которых в совокупности приходится около двух третей мирового производства урана (см. диаграмму).

Турция на пути к безопасному и надежному использованию ядерной энергии

Адем Мютлуер

В будущей энергетической стратегии Турции ядерная энергетика будет играть ключевую роль, поскольку страна движется в направлении достижения надежного снабжения электроэнергией, решая при этом задачу ограничения выбросов, которые способствуют изменению климата.

Спрос на электроэнергию в бурно развивающейся экономике Турции ежегодно возрастает более чем на пять процентов, и при этом страна для удовлетворения 73 процентов своих нынешних энергетических потребностей зависит от импортируемых ресурсов. По данным министерства энергетики и природных ресурсов Турции новая ядерно-энергетическая программа страны нацелена на обеспечение к 2023 году, как минимум, 10 процентов энергии страны.

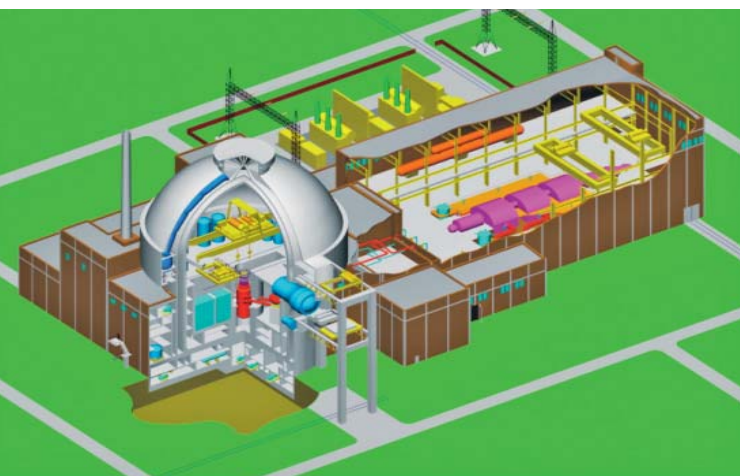


Схема реактора с водой под давлением ВВЭР-1200. На АЭС «Аккую» планируется установить четыре таких энергоблока.

(Рисунок: ОКБ «Гидропресс»)

Эта энергетическая стратегия предусматривает сооружение двух АЭС, оснащенных в общей сложности восемью энергоблоками, эксплуатация которых начнется к 2028 году, а также третьей станции, сооружение которой начнется к 2023 году, говорит представитель Турции при МАГАТЭ Эмине Бирнур Фертеклигиль. “Мирные применения ядерных технологий чрезвычайно важны не только в области энергетики, но и в других областях устойчивого развития”.

Сделать необходимые шаги

По словам Фертеклигиль, Турция обратилась к МАГАТЭ, рассчитывая получить рекомендации и помощь в связи с реализацией шагов, которые необходимы для подготовки

безопасной ядерно-энергетической программы. “Турция разрабатывает свою ядерно-энергетическую программу, и она решительным образом настроена на движение вперед с учетом соображений безопасности, физической безопасности и гарантий”, – говорит она.

В 2013 году в рамках комплексного рассмотрения ядерной инфраструктуры (ИНИР) МАГАТЭ были предоставлены услуги группы международных экспертов, с тем чтобы помочь Турции оценить ее готовность к разработке собственной ядерно-энергетической программы. В поле зрения этой миссии были 25 турецких учреждений, и она представила рекомендации и предложения, а также определила надлежащую практику в ряде областей.

Директор департамента по реализации проектов ядерной энергетики министерства энергетики и природных ресурсов Неджати Ямач говорит: “Миссия ИНИР 2013 года представила содержательные рекомендации, которые Турция использовала для разработки национального плана действий”. “Внесение поправок в существующие законы или разработка новых требуют громадной подготовки, и в случае Турции на это ушло около двух лет. Миссия ИНИР послужила стимулом для дискуссий между различными министерствами, и она помогла нам определить новые подходы и концепции”, – говорит он.

Миссии ИНИР призваны оказывать государствам – членам МАГАТЭ помощь в оценке того пути, который они прошли, с тем чтобы выполнить требования, предъявляемые безопасной и надежной ядерно-энергетической программе. Они рассматривают все аспекты ядерно-энергетической программы: от создания регулирующего органа и выполнения других юридических требований до энергокомпании, эксплуатирующей электростанцию, а также участвующих заинтересованных сторон соответствующего правительства.

Взгляд в зеркало

Одна из положительных черт миссии ИНИР – это начальная самооценка, которая проводится в стране еще до миссии.

Самооценка – полезный процесс, поскольку она предусматривает взаимодействие и обсуждения между организациями, участвующими в развитии инфраструктуры, говорит И.О. начальника Секции развития ядерной инфраструктуры МАГАТЭ Энн Старз. Она добавляет, что в случае Турции в этой работе участвовали 25 организаций.



Этот процесс “помог нам понять, насколько большую роль правительство по-прежнему играет даже в проектах, осуществляемых по принципу СВЭ [строительство-владение-эксплуатация]”, – говорит Ямач. Подход СВЭ при разработке ядерно-энергетической программы означает, что станция в стране размещения будет полностью принадлежать инвесторам, которые обеспечивают как финансирование, так и технологию.

Путь к ядерно-энергетической программе

На пути Турции к сооружению первой АЭС уже было четыре плана создания ядерной энергетики. Первый относится к концу 70-х годов прошлого столетия, когда была лицензирована площадка в Аккую, на восточном Средиземноморском побережье, а последний – к 2008 году, когда Турция объявила о начале торгов.

В 2010 году Турция и Российская Федерация подписали соглашение о сооружении и эксплуатации АЭС на площадке Аккую, а три года спустя было подписано межправительственное соглашение с Японией о реализации второго проекта АЭС на площадке в Синопе, на Черном море.

Совсем недавно, помимо миссии ИНИР, проект ядерно-энергетического законодательства Турции был рассмотрен также МАГАТЭ. В ядерном праве Турции охватываются вопросы безопасности, физической безопасности и гарантий. В августе 2014 года на рассмотрение МАГАТЭ был представлен отдельный закон, касающийся гражданской ответственности за ядерный ущерб.



Источник: д-р З. Демирчян/ГУВЭ, ТЕИАС

По мере того, как Турция продолжает движение по пути реализации ядерно-энергетической программы, она стремится изучить опыт других стран. Благодаря организации ряда технических посещений стран, использующих ядерную энергию, Турция может обрести более глубокое понимание, а также найти решения проблем, стоящих в сфере ядерных технологий, говорит Ямач. “Для нас освоение опыта других стран – это хорошая возможность учиться”, – говорит он.

Участие в написании этой статьи принимал также Питер Риквуд.

НАУКА

Атомная электростанция

Атомная электростанция вырабатывает электроэнергию, используя тепло, выделяющееся в результате управляемой цепи ядерных реакций, – процесса, в котором отдельная ядерная реакция вызывает ряд последующих ядерных реакций, и в итоге высвобождаются большие количества энергии. Реакции происходят в ядерном реакторе – устройстве, которое спроектировано для инициации устойчивой ядерной цепной реакции и управления такой реакцией. Существует много типов ядерных реакторов. Все они имеют различные конструкции, и в них для производства энергии используются разные механизмы, вода или газ.

Реакторы, которые будут использоваться в Турции на АЭС «Аккую», относятся к типу водо-водяных энергетических реакторов (ВВЭР). В реакторах этого типа тепло, производимое в результате цепной ядерной реакции, используется для нагрева воды, циркулирующей в отдельном контуре в реакторе. При нагреве давление

горячей реакторной воды повышается и затем через сотни или тысячи труб она закачивается в парогенератор, где горячая реакторная вода нагревает воду, содержащуюся во втором контуре. Таким образом, вода во втором контуре закипает и образуется пар. Горячая реакторная вода возвращается в реакторную часть первого контура, и процесс циркуляции продолжается, в то время как пар поступает в паровые турбины; в свою очередь они приводят в действие электрогенераторы, подключенные к энергосети, и через нее осуществляется распределение электроэнергии. После прохождения через турбину пар охлаждается и с помощью конденсатора вновь преобразуется в воду, которая будет снова задействована в этом процессе. Производство электроэнергии на основе такого процесса называется ядерной энергетикой.

Подумать о безопасности сейчас, ибо потом может быть поздно: повышение безопасности обращения с радиоактивными отходами

Миклош Гаспар

Когда-то Абдеррахиму Буи приходилось беспокоиться, достаточно ли вместимость его хранилища. Будучи ответственным за обращение с радиоактивными отходами Марокко с 2006 года, он давно прогнозировал, что единственная имеющаяся в стране установка для хранения радиоактивных отходов заполнится к 2019 году. Используя новую методологию, с которой он и его коллеги познакомились благодаря проекту МАГАТЭ, они могут демонтировать детекторы дыма, молниеотводы и другие отходы, содержащие радиоактивные материалы, безопасным образом отделяя радиоактивные компоненты от металла, и значительно сокращая объем радиоактивных отходов, которые они должны утилизировать.

“Содержимое 60 бочек отходов мы уплотнили до двух”, – говорит Буи, который является руководителем группы сбора, обработки и хранения радиоактивных отходов в марокканском Национальном центре ядерной энергии, науки и технологии. “Это означает, что наше хранилище можно будет заполнять еще 16 лет”.



Перед отправкой во Францию работники помещают радиоактивные источники в транспортный контейнер.

(Фото: К. Руган/МАГАТЭ)

На протяжении всего жизненного цикла

Радиоактивные источники широко используются во всем мире в самых разнообразных секторах, включая промышленность, строительство, медицину, сельское хозяйство и исследования. Реализация целостного подхода к обращению с радиоактивными источниками на протяжении всего их жизненного цикла повышает безопасность и сохранность и позволяет странам преодолевать существующие ограничения, связанные с получением радиоактивных источников у поставщиков.

“Исключительно важно, чтобы радиоактивные источники в самом начале своего существования были должным образом маркированы и зарегистрированы и чтобы действовали надлежащие механизмы контроля, которые позволяли бы отслеживать перемещение этих источников на протяжении всего их жизненного цикла: от изготовителя к пользователю и, в конечном счете, к их безопасной утилизации”, – говорит директор Отдела ядерного топливного цикла и технологии обращения с отходами МАГАТЭ Хуан Карлос Лентихо. Наиболее критический момент в жизненном цикле радиоактивных источников наступает тогда, “когда они ценности более не представляют, и при этом они становятся обузой для пользователя”, – говорит он.

В Марокко имеются тысячи предметов, содержащих радиоактивные отходы низкой активности. Буи и его коллегам со всех концов страны регулярно поступают звонки от местных органов власти и компаний с просьбой принять их отходы. “На следующей неделе мы отправимся в старый отель, в котором должны забрать 200 детекторов дыма”, – говорит он. В детекторах дыма и молниеотводах старшего поколения в качестве активного элемента устройства часто используется маленький радиоактивный источник.

На переработку – назад во Францию

Еще одним итогом работы Марокко с МАГАТЭ была состоявшаяся в прошлом году – впервые за всю историю – отправка трех старых радиотерапевтических аппаратов, использовавшихся для медицинской визуализации, назад во Францию для переработки. “Для нас важным шагом стало появление возможности находить безопасное решение проблемы наших радиоактивных отходов”, – говорит Буи. Радиоактивные компоненты, используемые в радиотерапевтических аппаратах, в целом более опасны для здоровья человека и окружающей среды, и, кроме того, если не обеспечено надлежащее обращение с ними, гарантирующее их сохранность, они могут оказаться более уязвимыми для хищения или использования не по назначению, чем большинство маломощных источников, используемых в промышленности и научных исследованиях. Марокко, как и большинство других стран, не имеющих ядерной отрасли, не располагает надлежащим оборудованием для обращения с высокоактивными отходами. Процесс репатриации был организован МАГАТЭ и осуществлялся под его наблюдением и контролем.



Безопасное хранение радиоактивных источников в Черногории

В прошлом году в Черногории – другой стране, охваченной этим проектом, – эксперты МАГАТЭ и местные должностные лица участвовали в совместных учениях, в которых были задействованы 98 из имеющихся в стране радиоактивных источников. Эти учения позволили сотрудникам Центра экотоксикологических исследований Черногории освоить технику демонтажа радиоактивных источников и обеспечения их безопасного хранения на основе процесса, известного как кондиционирование, говорит Тамара Дюрович, руководитель департамента радиационной, воздушной и шумовой защиты министерства туризма и устойчивого развития Черногории.

Большая часть радиоактивных отходов, с которыми приходится иметь дело в Черногории, поступает из военной сферы, объясняет она. Например, поясняет она, в стране имеется более 7000 военных компасов, требующих демонтажа. В них содержится радий, и Центр ожидает окончательного решения правительства прежде, чем начать работу по их кондиционированию. «Не дожидаясь решения начать эту работу, мы смогли переупаковать наши источники и предотвратить выход радона», – говорит она. «Теперь эти источники находятся в бочках из нержавеющей стали и опасности не представляют».

Кроме того, после проведенных для работников директивных органов курсов МАГАТЭ, которые были посвящены безопасной работе с радиоактивными материалами, в стране была одобрена новая политика по данному вопросу. «Благодаря этим курсам мы смогли перестроить нашу стратегию и директивный процесс, относящиеся к обращению с такими источниками», – говорит она.

НАУКА

Кондиционирование источников

Кондиционирование – это первый главный шаг в обращении с отходами в виде радиоактивных источников, которые являются искусственными радиоактивными материалами, используемыми в промышленности, медицине, сельском хозяйстве и научных исследованиях. Его результат – упаковка, приемлемая для манипуляций, хранения, перевозки и утилизации материала.

Самая простая техника обращения – источник из функционального или защитного устройства, в котором он первоначально использовался, не удаляется, а устройство, содержащее источник, помещается в бетон. В зависимости от того, выполняется эта операция для временного хранения или окончательного захоронения, она может проводиться так, чтобы источник был «извлекаемым» или «неизвлекаемым».

Использование более сложного метода предусматривает извлечение источника из его первоначального устройства, и незащищенный источник вновь помещается – возможно, вместе с другими источниками, – в новую капсулу из нержавеющей стали, предназначенную для этой цели. Обычно эта капсула помещается в специальный контейнер для отходов.

Теперь в Марокко

для размещения

низкоактивных

отходов вместо

60 бочек используется

только 2 бочки



Согласование политики во всем Средиземноморском регионе

Как Марокко, так и Черногория участвуют в межрегиональном проекте, осуществляемом в период 2012 – 2015 годов, цель которого – помочь странам Средиземноморского региона установить надлежащий и постоянный контроль над своими радиоактивными источниками. В рамках этого проекта поддерживается согласованный подход, совместимый с нормами безопасности МАГАТЭ и другой международной образцовой практикой. Он нацелен на определение и введение скоординированной политики и подходов к контролю и перемещению радиоактивных источников, а также он содействует повышению регулирующего и управленческого потенциала. Кроме того, данный проект способствует укреплению сотрудничества между странами региона, направленного на решение вопросов, представляющих общий интерес и касающихся использования Средиземного моря в качестве канала для перевозки радиоактивных веществ.

Участие в написании этой статьи принимал также Адем Мютлуер.



Проверка уровня радиоактивности капсулы, содержащей кондиционированные источники с цезием-137.

(Фото: Я. Балла/МАГАТЭ)

Исследовательские реакторы один за другим переводятся на НОУ топливо, а мир становится безопаснее

Адем Мютлуер

Ночью 29 сентября 2014 года, после одной из операций по удалению топлива и повышению физической безопасности исследовательского реактора, с авиабазы в Казахстане взлетел тяжелый транспортный самолет.

В его грузовом отсеке были размещены четыре предоставленных МАГАТЭ массивных контейнера, содержимое которых – в общей сложности 10,2 килограмма высокообогащенного урана (ВОУ); в пункте назначения в России этот уран должен быть подвергнут разбавлению до состояния безопасного вещества или помещен в надежное хранилище.

Эта операция явилась последним достижением в глобальной программе, в которой участвуют МАГАТЭ, Российская Федерация и Соединенные Штаты и цель которой – помочь ряду стран, в том числе Казахстану, в устранении рисков, связанных с ВОУ, сохраняя при



Исследовательский реактор в Алатау, Казахстан

(Фото: П. Чакров/Институт ядерной физики)

этом условия для проведения на реакторе важных научных исследований. ВОУ представляет собой угрозу для физической безопасности, поскольку он является компонентом, который может использоваться для создания ядерного устройства, предназначенного для злоумышленного использования. Применение ВОУ в исследовательских реакторах не рекомендуется, поскольку вместо него может использоваться более безопасный низкообогащенный уран (НОУ) (см. врезку). В 60-е – 70-е годы прошлого столетия, когда было построено множество существующих в мире исследовательских реакторов,

технология, предусматривающая использование НОУ, была еще недоступна, и поэтому для проведения экспериментов требовалось топливо на основе ВОУ. Со следующего года в качестве топлива для легководного исследовательского реактора в Алатау, неподалеку от Алма-Аты, самого большого города в Казахстане, будет использоваться НОУ, который с точки зрения нераспространения является менее чувствительным.

Исследования будут продолжаться

“Я абсолютно уверен, что после переключения нынешняя работа реактора продолжится”, – говорит Петр Чакров, И.О. генерального директора Института ядерной физики в Алатау. “Кроме того, мы убеждены, что новая активная зона будет иметь в два раза больший потенциал и позволит увеличить производство различных медицинских, а также других радиоизотопов”, – говорит он, имея в виду ту часть реактора, в которой содержатся компоненты ядерного топлива и где происходит ядерная реакция.

Легководный реактор мощностью 6 мегаватт в Алатау используется для выполнения ряда задач, включая научные исследования, производство медицинских изотопов и испытания материалов для использования в промышленности. Например, на этом реакторе производится молибден-99, важный медицинский радиоизотоп, используемый в 70% процедур ядерной медицины во всем мире, и на его основе ежегодно проводятся десятки миллионов медицинских процедур (см. также статью на стр. 12).

До начала операций по переводу на НОУ ученые, работающие с этим реактором, провели исследования НОУ топлива после его облучения, целью которых было установить, возможен ли перевод этого реактора на НОУ. Оборудование для этого исследования предоставило МАГАТЭ, поясняет Чакров. Он говорит, что проанализировав образцы, облученные различными дозами излучения, и смоделировав условия, в которых НОУ должен использоваться в реакторе после перевода, ученые подтвердили, что этот реактор приемлем для безопасного и управляемого использования НОУ.

“Для осуществления этого проекта и обеспечения уверенности в наших дальнейших действиях закупка этого оборудования МАГАТЭ была абсолютно необходима”, – говорит Чакров.



Поэтапное удаление

Контейнеры с топливом, вывозившимся самолетом в сентябре, – это одна из нескольких партий топлива, которое будет репатрировано из Алатау. В июле 2015 года реактор будет временно остановлен, и начнется шестимесячный период охлаждения. В это время, до переключения на НОУ топливо, будут заменены контрольно-измерительные приборы и системы управления и защиты. В январе 2016 года реактор будет перезапущен и будет работать на НОУ.

“В силу рисков, сопряженных с ВОУ, в соответствии с Трехсторонней инициативой России, Соединенных Штатов и МАГАТЭ, которую часто называют Программой по возвращению российского топлива для исследовательских реакторов (RRRFR), посредством 60 отгрузок из 14 стран в Российскую Федерацию было репатрировано более 2150 кг ВОУ, который в свое время поставлялся бывшим Советским Союзом (см. диаграмму)”, – говорит Шандор Тожер, инженер-атомщик, работающий в Секции исследовательских реакторов МАГАТЭ. Он поясняет: “В соответствии с Программой по возвращению российского топлива для исследовательских реакторов (RRRFR) МАГАТЭ выполняет функции администратора и предоставляет технические знания и оборудование”. Репатриация ВОУ топлива из реактора в Алатау – часть этой программы.

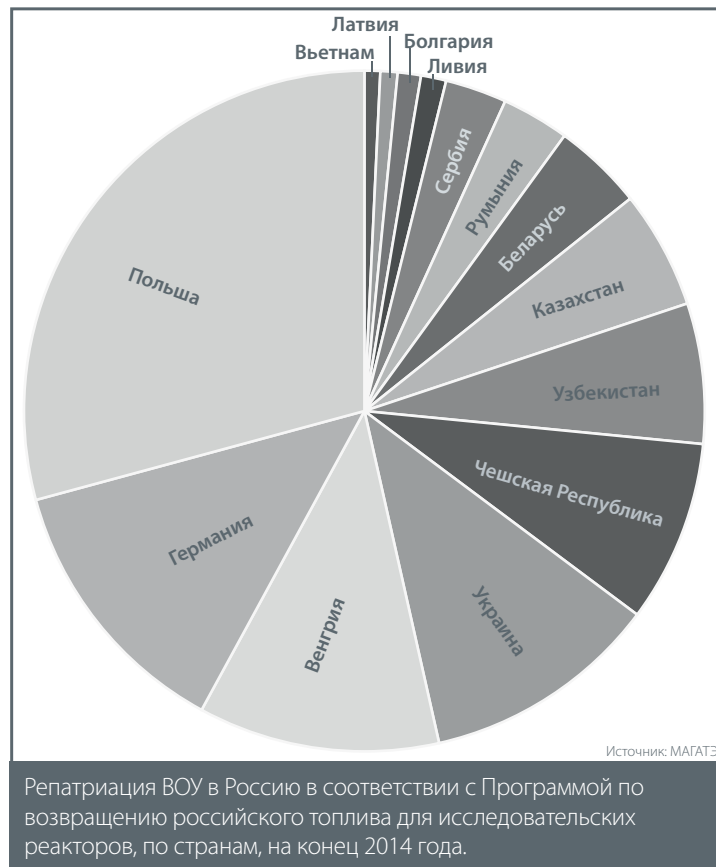
Участие в написании этой статьи принимал также Питер Риквуд.

НАУКА

Обогащение урана

В исследовательских реакторах в научных целях ранее всегда использовался высокообогащенный уран. Уран – это природный элемент, и уран-235 (^{235}U) и уран-238 (^{238}U) являются изотопами урана, то есть они имеют то же число протонов, что и уран, но число нейтронов у них другое. При добыче урана в массе, извлекаемой из земли, ^{235}U – элемента, способного к ядерному делению, – содержится только 0,7%, а 99,3% – это стабильный ^{238}U , ядерная реакция в котором не происходит. Обогащение урана означает, повышение в добытой массе доли ^{235}U . Во всем мире на действующих АЭС, как правило, используется уран, обогащенный до 4–7%.

Обогащение достигается несколькими способами, причем во всех случаях используется метод, называемый разделением изотопов. Разделение изотопов – это процесс повышения концентрации конкретных изотопов химического элемента посредством удаления других изотопов. В данном случае



Защита культурного наследия Румынии с помощью ядерных технологий

Аабха Диксит

Глобальное сообщество стремится сохранить свое художественное и культурное наследие. Прошлое играет важную роль в понимании образа жизни людей, и именно поэтому отец Иоан, настоятель православной церкви в деревне Извоареле, раскинувшейся на южных отрогах Карпат в Румынии, всеми силами стремится сохранить принадлежащую его приходу почитаемую коллекцию икон XIX века. Когда отец Иоан обнаружил в своей церкви насекомых, он понял, что случилось страшное, и, чтобы предотвратить дальнейшее нашествие паразитов, за помощью он обратился к весьма необычному решению – радиационной обработке.



Для ликвидации насекомых, которые уничтожали иконостас XIX века в церкви Святых архангелов Михаила и Гавриила в деревне Извоареле, использовалось гамма-излучение. После лучевой обработки местные мастера восстановили былое величие этого шедевра.

(Фото: А. Соколов/Национальный институт физики и ядерной техники им. Хории Хулубея)

Личинки древоточца прогрызали доски икон и уничтожали священное произведение искусства – иконостас этой древней церкви в живописной деревне из 800 дворов, что в 120 километрах к северу от Бухареста. “Я должен был принять меры. Сначала я стал впрыскивать в червоточины химические растворы. Поскольку иконописные доски имеют весьма большую толщину, впрыскиваемый раствор источника поражения личинкой древоточца не достигал и эффект был нулевым. Поэтому я стал искать более действенное решение”, – говорит отец Иоан.

Он доставил пораженный насекомыми иконостас в Центр радиационной обработки ИРАЗМ в Бухаресте, где сотрудники приветствовали его с благоговением. “О нас он узнал по телевидению. Он пришел к нам один, даже не позвонив предварительно по телефону”, – говорит Валентин

Мойсе, директор Центра, который является частью Национального института физики и ядерной техники им. Хории Хулубея.

Традиционный подход к уничтожению насекомых, таких как личинка древоточца, предусматривает введение яда – в виде газа или жидкости – во все ходы, которые прогрызли насекомые, и опечатывание их воском. Яд должен достичь участков существования и размножения насекомых; однако часто насекомые уничтожаются не полностью. Химическая обработка – это долгий и затратный процесс, который, кроме того, подвергает людей воздействию опасных паров. В сравнении с ней радиационная обработка требует намного меньше времени, недорого и полностью ликвидирует насекомых.

Румыния – одно из 18 европейских государств – членов МАГАТЭ, которые, по линии проектов МАГАТЭ, получают поддержку в целях расширения использования радиационных и аналитических методов. Сотрудник МАГАТЭ, специалист по радиационной обработке, Сунил Сабхарвал говорит, что эта помощь стала побудительным мотивом для существенного роста количества и видов проанализированных и обработанных артефактов культурного наследия. Работы имели диапазон от дезинфекции деревянных церквей и древних книг до определения характеристик драгоценностей, тканей и монет. Сотрудничество в сферах характеристики и сохранения артефактов с помощью ядерной науки и технологии – это одно из важных направлений проектов МАГАТЭ по сохранению культурного наследия, говорит Сабхарвал.

Реликвии против грибков, насекомых и бактерий

Выполняя задачу сохранения своих исторических реликвий, румынские ученые для обработки артефактов регулярно используют гамма-излучения. Мощный источник гамма-излучения, хранящийся под водой на шестиметровой глубине в Центре радиационной обработки ИРАЗМ в Бухаресте, в рабочем состоянии может уничтожать бактерии, насекомых и грибки (см. врезку). Мойсе поясняет, что гамма-излучения, разрушая “биологических аггрессоров”, творят чудеса для сохранения артефактов.

Ионизирующие излучения все шире используются для сохранения. “Работа по защите нашего культурного наследия началась еще 30 лет назад, когда мощных облучательных установок в Румынии не было”, – говорит Мойсе. “С помощью этой технологии мы смогли обеззаразить ряд древних предметов: от пораженных грибком религиозных

книг, возраст которых составляет 500 лет, до драгоценных икон православной церкви в Извоареле”.

До того, как артефакты будут подвергнуты облучению, проводится исследование этих хрупких исторических предметов, в ходе которого определяются степень и вид поражения, химические растворы, использовавшиеся при прежних попытках реставрации, а также точный уровень необходимой радиационной дозы, объясняет Мойсе.

“Одной из наиболее сложных проблем, с которыми мы столкнулись, было убедить мир искусства, что излучение на артефакты пагубного воздействия не окажет, поскольку используемая технология безопасна. Когда эти люди слышат слово «радиация», возникает замешательство”, – говорит Мойсе. “Облучение не повреждает драгоценные артефакты; они не становятся радиоактивными, и операция проводится быстро и эффективно”.

Гамма-излучение успешно используется также для обработки картин, одежды и музыкальных инструментов. Эксперты ИРАЗМ осуществили обработку всей коллекции Музея Теодора Амана в Бухаресте, который в 2004 году пришлось закрыть из-за влажности, послужившей причиной возникновения грибка и другого биологического поражения древних экспонатов музея. После полного восстановления музей был вновь открыт в 2013 году.

“Многие артефакты сделаны из природных органических материалов. Они подвержены риску биораспада, становясь пищей для насекомых и микроорганизмов”, – говорит Корнелиу Понта, бывший руководитель Центра радиационной обработки ИРАЗМ, который играл ключевую роль в работе Центра по применению гамма-излучения для очистки артефактов Музея Теодора Амана.



До начала работ по восстановлению местными художниками–реставраторами пораженного насекомыми деревянного иконостаса в Храме иконы Божией Матери “Живоносный источник”, построенном в деревне Извоареле в XX веке, этот иконостас был подвергнут облучению гамма-лучами.

(Фото: К. Понта/Национальный институт физики и ядерной техники им. Хории Хулубея)



Поврежденная деревянная икона из коллекции, состоящей из 33 деревянных икон, которая была направлена Национальным музейным комплексом Молдовы в Центр радиационной обработки ИРАЗМ для обработки облучением.

(Фото: Национальный музейный комплекс Молдовы)

НАУКА

Гамма-излучение защищает культурные артефакты

Гамма-излучение, которое называется также гамма-лучами, – это электромагнитное излучение крайне высокой частоты. Оно испускается в виде фотонов, обладающих высокой энергией, – элементарных частиц с волновыми свойствами.

Гамма-лучи – это один из видов ионизирующих излучений. При уровне дозы, применяемой для защиты культурных артефактов, этот вид ионизирующих излучений без какого-либо физического контакта препятствует воспроизводству микробов при комнатной температуре и, таким образом, является лучшей альтернативой обычным методам очистки, которые основаны на высокотемпературной или химической

обработке. Высокочастотные, высокоэнергетические электромагнитные волны взаимодействуют с критически важными компонентами клеток. При этих уровнях дозы они могут изменить ДНК, с тем чтобы подавить воспроизводство клеток.

Обработка культурных артефактов с помощью технологии облучения схожа с методами, используемыми при стерилизации медицинских устройств. Артефакты культурного наследия подвергаются обработке гамма-лучами на радиационной установке, в которой используется источник на кобальте-60.

Инициатива в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ) – беглый взгляд на нынешние и будущие проекты

Инициатива в отношении мирного использования ядерной энергии (ИМИ), по линии которой было успешно оказано содействие в реализации свыше 170 проектов в интересах более 130 государств-членов, является эффективным механизмом мобилизации дополнительных ресурсов для удовлетворения потребностей государств-членов. МАГАТЭ рассчитывает на дальнейшую реализацию этой инициативы в целях умножения выгод, получаемых от мирного использования ядерной науки и технологии, на благо содействия достижению обширных целей развития.

Здесь приводятся краткие сведения о нынешних и будущих проектах, осуществляемых при поддержке ИМИ, которые нуждаются в дополнительных финансовых взносах.

Более подробную информацию см.:
www.iaea.org/newscenter/focus/peaceful-uses-initiative

Комплексное и устойчивое управление водными ресурсами в районе Сахеля

Продолжительность: 2012 – 2016 годы, с возможностью продления
Бюджетная смета: 5,8 млн евро

Ресурсы пресной воды в районе Сахеля – его территория охватывает 13 стран Западной, Центральной и Северной Африки – сокращаются. Эффективное управление существующими водными ресурсами в этих странах – залог достаточного снабжения водой в этом районе.

Данный проект нацелен на оказание помощи этим государствам-членам в разработке комплексных и устойчивых подходов к управлению водными ресурсами. На его основе обеспечивается подготовка кадров специалистов, закупка оборудования и оказание лабораторных услуг, а также проведение экспертных консультативных миссий на местах. Осуществление этого проекта – его поддержка обеспечивается за счет Фонда технического сотрудничества (ТС) и внебюджетных взносов по линии ИМИ – было начато в 2012 году; с тех пор в его реализации были достигнуты важные рубежи, такие как подготовка предварительного технического доклада на основе первых кампаний по отбору проб и укрепление потенциала национальных учреждений и специалистов в сфере использования ядерных методов для оценки водных ресурсов.

Более подробную информацию см.:
www.iaea.org/technicalcooperation/Home/Highlights-Archive/Archive-2013/03222013_World_Water_Day_Sahel.html

Укрепление регионального потенциала диагностики новых или вновь возникающих зоонозных заболеваний, в том числе лихорадки Эбола, в Африке

Продолжительность: 2015 – 2019 годы
Бюджетная смета: 5,8 млн евро

После самой масштабной и самой непростой вспышки лихорадки Эбола в начале 2014 года в Западной



Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ



Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ

Африке, международное сообщество признало, что Африке необходимо оказать поддержку в деле создания регионального потенциала преодоления новых или вновь возникающих зоонозных заболеваний – болезней, которые могут передаваться людям от животных, и что, если не будут приняты надлежащие меры, могут возникнуть региональные и глобальные эпидемии.

Намерение, лежащее в основе этого четырехлетнего проекта, состоит в укреплении регионального потенциала Африки с помощью механизмов раннего обнаружения и в выработке стратегий обмена – в рамках региональной сети – соответствующей диагностической и эпидемиологической информацией. Данный проект предусматривает обеспечение подготовки кадров, экспертного руководства и развития инфраструктуры для внедрения системы мониторинга, отслеживания и надзора, а также предоставление диагностического оборудования.

Более подробную информацию см.:
www.iaea.org/sites/default/files/pui Ebola.pdf

Лаборатории для глобального сообщества: проект реконструкции лабораторий ядерных применений (ReNuAL)

Продолжительность: 2014 – 2017 годы
Бюджетная смета: 31 млн евро

На протяжении более 50 лет восемь лабораторий ядерных применений в Зайберсдорфе, Австрия, обеспечивали специализированную подготовку кадров, содействие НИОКР и аналитические услуги, целью которых было оказание государствам-членам помощи в использовании ядерной науки и технологии для удовлетворения их национальных потребностей и решения глобальных проблем в диапазоне от животноводства и ветеринарии до ядерной науки и аналитических методов. Однако без существенной

модернизации лаборатории, созданные еще в 1962 году, более не могут выполнять свои функции, суть которых – откликаться на растущие и эволюционирующие потребности государств-членов.

Этот проект, известный как ReNuAL, осуществление которого было начато 1 января 2014 года, предусматривает строительство новых зданий, модернизацию уже существующих зданий, обновление инфраструктуры и приобретение нового лабораторного оборудования, с тем чтобы заменить стареющие или устаревшие приборы.

Более подробную информацию см.:
www-naweb.iaea.org/na/renewal/index.html

Содействие развитию инфраструктуры ядерной энергетики

Продолжительность: 2011– 2015 годы, с возможной реализацией последующего проекта в период 2016 – 2020 годов

Бюджетная смета: 1,5 млн евро

В настоящее время около 30 стран рассматривают возможность включения в свой энергетический баланс ядерной энергетики или уже приняли решение о начале реализации ядерно-энергетической программы. По мере того, как страны оценивают этот вариант или уже приступили к разработке ядерно-энергетической программы, они рассчитывают на получение от МАГАТЭ руководящих материалов и поддержки.

В основе этого проекта лежит намерение усовершенствовать существующие и разработать новые руководящие документы, методологии и услуги по рассмотрению, а также создать возможности для обмена опытом и извлеченными уроками. Проект нацелен на обеспечение странам, приступающим к развитию ядерной энергетики,

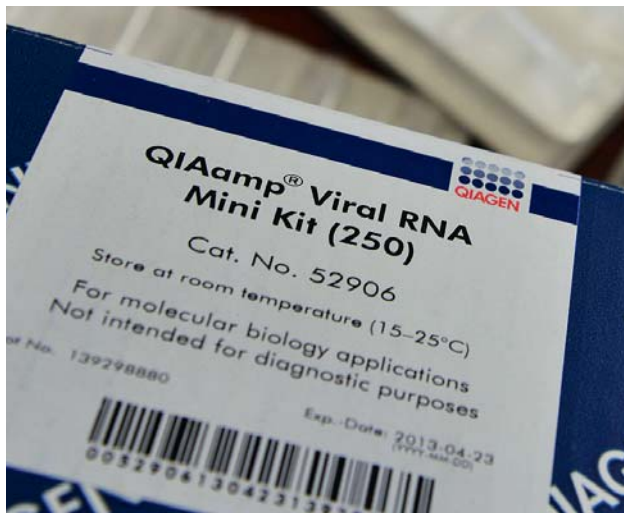


Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ



Фото: Д. Кальма/МАГАТЭ

особенно странам с низким и средним уровнем дохода (НСД), содействия и руководства в создании безопасной и устойчивой инфраструктуры ядерной энергетики. Этот проект финансируется на основе ИМИ, и в некоторых случаях дополнительная деятельность финансируется по линии Фонда технического сотрудничества.

Более подробную информацию см.:
www.iaea.org/OurWork/ST/NE/Main

Оценка и анализ потенциала борьбы против рака

Продолжительность: продолжающийся
Бюджетная смета на 2015 год: 450 тыс. евро

Во всем мире наблюдается существенный рост заболеваемости раком, причем страны с НСД подчас весьма плохо оснащены для того, чтобы эффективно бороться с этой болезнью и реагировать на потребности пациентов. Поскольку проблеме лечения рака и борьбы с этим заболеванием страны придают приоритетное

значение, интерес у многих из них вызывают реализуемые МАГАТЭ Программа действий по лечению рака (ПДЛР) и комплексные миссии в рамках ПДЛР (имПАКТ). Миссии имПАКТ в контексте комплексного подхода к борьбе против рака оценивают национальный потенциал страны в сфере борьбы с онкологическими заболеваниями и дают рекомендации в отношении того, как восполнить выявленные пробелы и обеспечить дальнейшее расширение возможностей страны в борьбе с этими заболеваниями.

С 2010 года за счет средств ИМИ была оказана поддержка в проведении миссий имПАКТ в 26 государств-членов. В основном это были страны с НСД. Указанная деятельность помогла таким странам, в частности, разработать национальные планы и программы борьбы против рака, и обеспечить условия для создания национальных учреждений по лечению рака, оснащенных диагностическим и лечебным оборудованием, а также кадрами надлежащим образом подготовленных специалистов. Планируется в 2015 году провести миссии имПАКТ в шесть государств-членов.

Более подробную информацию см.:
www.iaea.org/technicalcooperation/PACT/index.html



Фото: ЭНЕК



Фото: П. Павличек/МАГАТЭ

борьба с загрязнением воздушной среды радиофармацевтические препараты

сохранение радиоизотопы устойчивое производство урана

АТОМ мутационная селекция растений
управление водными ресурсами

улучшение сортов сельскохозяйственных культур улучшение питания и здоровья

защита культурных артефактов капельное орошение

борьба с загрязнением воздушной среды улучшение питания и здоровья

ДЛЯ защита артефактов изотопная гидрология
рациональное использование почвы

радиоизотопы уменьшение эрозии почвы
обращение с радиоактивными отходами сохранение подземных вод

измерение состава тела радиационный мониторинг

ликвидация мухи цеце мутационная селекция растений

МИРА изотопная гидрология гамма-излучение
улучшение питания и здоровья

лечение рака уменьшение эрозии почвы обогащение урана

защита артефактов улучшение питания и здоровья

улучшение питания и здоровья рациональное использование почвы

рациональное использование почвы измерение состава тела

И капельное орошение диагностика рака

обогащение урана изотопная гидрология

улучшение питания и здоровья мутационная селекция растений

ликвидация мухи цеце гамма-излучение ядерная энергетика

радиофармацевтические препараты ядерная медицина

мутационная селекция растений сохранение подземных вод

РАЗВИТИЯ